

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA
Departamento de Historia del Arte I (Medieval)



TESIS DOCTORAL

**Astrolabios en la España medieval: del Al-Andalus a los
reinos cristianos**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

M^a Azucena Hernández Pérez

Director

Antonio E. Momplet Míguez

Madrid, 2018



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE de MADRID
FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA
Departamento de Historia del Arte I (Medieval)

**ASTROLABIOS EN LA ESPAÑA MEDIEVAL:
DE AL-ANDALUS
A LOS REINOS CRISTIANOS**

PARTE 1 (de 2)

Memoria para optar al grado de doctor presentada por:

M^a Azucena Hernández Pérez

Director: Dr. Antonio E. Momplet Míguez

Abril 2017

AGRADECIMIENTOS

El primer paso del camino que ha llevado a la elaboración de esta tesis doctoral lo dio Antonio Momplet, que entonces era mi profesor de “Arte del Islam” en la Licenciatura de Historia del Arte, mostrando en clase una fotografía de un astrolabio andalusí y destacando su armónica belleza y su sofisticación científica. Sea el primer agradecimiento para mi director de tesis por despertar mi interés por este tema, por canalizarlo y supervisarlo.

No concibo la investigación individual salvo si se enmarca en uno o más proyectos colectivos de avance de un determinado campo de nuestra historia y es por ello que agradezco al Departamento de Historia del Arte I (Medieval) personificado en su directora Matilde Azcárate su calurosa acogida y mi incorporación a varios de los proyectos que en él se están desarrollando.

Mi más sincero agradecimiento a Susana Calvo y Juan Carlos Ruiz Souza por su incondicional apoyo y el reconocimiento a mi trabajo como parte del equipo del proyecto nacional de I+D+i “Al-Andalus, los reinos hispanos y Egipto: arte, poder y conocimiento en el Mediterráneo oriental” (HAR2013-45578-R). Hago extensivas las gracias a los miembros del mismo, especialmente a Noelia Silva y Paco Hernández.

Mi especial agradecimiento a Irene González que me incorporó a su proyecto de Innovación y Calidad Docente “Base de datos digital de Iconografía Medieval” en mi último curso de licenciatura. Mucho he aprendido de ese equipo de trabajo y de la inmensa calidad humana y profesional de quien lo lidera.

Mi gratitud y admiración a Javier Martínez de Aguirre y su compromiso con la investigación, la docencia y la gestión y en particular le agradezco sus consejos y directrices que han sido claves para avanzar en los aspectos de contextualización de los astrolabios en los reinos cristianos, incluida Navarra. Mi agradecimiento también a Matilde Miquel y Olga Pérez Monzón, modelos ambas de liderazgo de equipos multidisciplinares y siempre disponibles para facilitarme bibliografía actualizada en temas de los reinos de Aragón y Castilla y sus “espacios del saber”.

Gracias a Laura Rodríguez, mujer luchadora y siempre dispuesta a colaborar y a Marivi Chico y Herbert González por su proximidad en lo profesional y lo personal. Y deseando no olvidar a nadie, gracias a María Moreno, José Luis Senra, Fran Moreno, Marta Poza, Pilar Martínez Taboada, Helena Carvajal, Alexandra Uscatescu, Fernando Olaguer, Laura Fernández, Santiago Manzarbeitia, Félix Díaz Moreno, Estrella de Diego, Carmen Bernárdez, Miguel Hermoso, Jesús Cantera, Miguel A. Elvira, Joaquín Caerols, Miguel A. Castillo, Ángel González, Javier Pérez Segura y Eva Fernández, todos profesores de los que he aprendido mucho y que han modelado la investigadora en historia del arte que ahora soy.

El Museo Arqueológico Nacional me acogió en prácticas durante mi Máster y allí desmonté y experimenté por primera vez la materialidad de un astrolabio andalusí y por ello siempre estaré agradecida a Ángela Franco, entonces conservadora-jefe del departamento de Antigüedades Medievales y a Isabel Arias, el alma de ese departamento y compañera también en el proyecto de investigación de al-Andalus. Y en el mundo de los museos y las galerías de arte gracias a Ana Cabrera y a Asun González por compartir conocimientos y proyectos.

Mi admiración y agradecimiento a Charles Burnett del Warburg Institute de Londres y a Josefina Rodríguez Arribas por ese libro compartido sobre astrolabios medievales en el que me invitaron a colaborar y que algún día, antes del juicio final, verá la luz.

Gracias a Ignacio Montero del CSIC por su disponibilidad y generosidad para realizar los análisis por Fluorescencia por Rayos X para determinar la composición de las aleaciones de tres astrolabios. Gracias también a Ana Carrasson del IPCE (Madrid) por el memorable estudio del astrolabio de Huesca.

Esta tesis no habría sido posible sin el trabajo de campo que lleva asociado. Han sido un total de veintidós las instituciones que me han acogido y han empatizado con mi proyecto investigador por lo que siempre estaré en deuda de gratitud con los conservadores responsables de los astrolabios que estudié y cuyos nombres indico como reconocimiento también a su importante trabajo como gestores del patrimonio histórico. Mi agradecimiento a las ya mencionadas Ángela Franco e Isabel Arias del Museo Arqueológico Nacional; Rafael Gómez Benito e Isidro Toro del Museo Arqueológico de Granada; Martín Almagro y Jorge Maier de la Real Academia de la Historia de Madrid; M^a Ángeles Santos y Cristina Partearroyo del Instituto Valencia de Don Juan (Madrid); Marian del Egido, Rosa M^a Martín Latorre y M^a Josefa Jiménez Albarrán del MUNCYT (Museo Nacional de Ciencia y Tecnología) de Madrid; Marcin Banás del Museo Collegiis Maius de la Universidad Jagiellonian de Cracovia; Louise Devoy del Royal Observatory de Greenwich; Alison Morrison-Low del National Museum Scotland (Edimburgo); Ingrid Ulfstedt del Sjöhistoriska Museet de Estocolmo (Suecia); Jennifer Brand y Pedro Raposo del Adler Planetarium de Chicago; Abigail Hykin, Michele Derrick, Courtney Harris, Marietta Cambareri y Rebecca Tilles del Museo de Bellas Artes de Boston; Peggy Kidwell del National Museum of American History (Smithsonian Institution) de Washington; Chris Clouter, Ingrid Prucha, Martina Griesser y Alexander Veiter del Technisches Museum de Viena; Michael Beck, Mathias Göggerle y Karsten Gaulke del Naturwissenschaftliche-Technische Sammlung Orangerie Museum de Kassel; Fabrizio Bonolli y Sara Brizzi del Museo della Specola de Bolonia; Raphael Beuing del Bayerisches Nationalmuseum de Munich; Oliver Cooke del British Museum de Londres; David de Vorkin del Air & Space Museum (Smithsonian Institution) de Washington; Roland Schewe y Thomas Eser del Germanisches Nationalmuseum de Núremberg; Christoph Rauch y Thoralf Hanstein de la Staatsbibliothek de Berlín y Stephen Johnston del Museo de Historia de la Ciencia de Oxford. Marc Pelletreau conservador del Museo de Arte Islámico de Doha (Qatar) respondió rápida y eficientemente a mi detallada petición de fotografías de los dos astrolabios nazaríes que atesoran.

Si esencial ha sido el trabajo de campo, no lo ha sido menos el tiempo y esfuerzo invertido en un buen número de bibliotecas. Mi agradecimiento a todo el personal de la biblioteca de Geografía e Historia de la UCM y en particular a Amaya Rico y su excelente gestión del Préstamo Interbibliotecario. La biblioteca Tomás Navarro Tomás del CSIC ha sido mi segunda casa durante los últimos años y valoro y agradezco la ayuda de todo su personal. Inolvidable fue el mes de trabajo en la biblioteca del MUNCYT magníficamente gestionada por Josefa Prados.

Gracias a todos los compañeros de doctorado, máster y licenciatura porque muchos de los debates, los encuentros y las complicidades en estos últimos años forman parte de los cimientos de esta tesis. Vaya mi agradecimiento a Fran de Asís García, Iban Redondo, Víctor López, Chus López, Víctor Rabasco, Diana Lucía, María Carrillo, Carmen Martí, Sonia López, Manuel Haro, Ana Guitar, Sonia Martínez y Susana Sendra. También subyace en esta tesis toda mi vida profesional previa en el campo de las telecomunicaciones que no hubiera sido posible sin las directrices, los consejos y la apuesta por mi trabajo de mis maestros, Julio Linares y Mariano Medina, con mi eterna gratitud.

Y para terminar, gracias a los que están siempre cerca, a mi hermana Celinda, a mis amigos Isa, Gerry, Pedro y Chris y a la generación que toma el relevo, David, Javier, Ana y Maite. Gracias a mis abogadas favoritas M^a José, Amparo y María y a los “telefónicos” M^a José, Conchita y Enrique.

Gracias a mis padres *in memoriam* y a los que son razón de mi vida, mis queridos hijos Rafa y Jorge a los que dedico esta tesis.

ÍNDICE

RESUMEN / ABSTRACT	1
PARTE 1	
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN, METODOLOGÍA y ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	5
1.1.- INTRODUCCIÓN	5
1.2.- METODOLOGIA	11
1.3.- ESTADO DE LA CUESTIÓN	15
CAPITULO 2: UN ACERCAMIENTO AL ASTROLABIO	25
2.1.- EL ASTROLABIO: UN INSTRUMENTO ASTRONÓMICO	25
2.2.- PARTES DE UN ASTROLABIO	30
2.2.1.- <i>La madre y la corona</i>	30
2.2.2.- <i>El dorso</i>	31
2.2.3.- <i>La araña</i>	35
2.2.4.- <i>Las láminas</i>	38
2.2.5.- <i>El trono y el sistema de suspensión</i>	40
2.2.6.- <i>La alidada</i>	41
2.3.- USOS Y APLICACIONES DEL ASTROLABIO	41
2.4.- OTROS ASTROLABIOS: LINEAL, ESFÉRICO Y NAÚTICO	44
CAPÍTULO 3: TALLERES DE ASTROLABIOS.....	47
3.1.- EL ASTROLABIO EN SU MATERIALIDAD	47
3.2.- PROCESO DE MANUFACTURA DE UN ASTROLABIO EN LA EDAD MEDIA	50
3.2.1.- El inicio del proceso: diseño de un astrolabio.....	52
3.2.2.- La continuación del proceso: la ejecución material	58
3.3.- MODELIZACIÓN DE LOS TALLERES ASTROLABISTAS	65
3.4.- LOS TALLERES DE ASTROLABIOS EN AL-ANDALUS	70
3.5.- TALLERES DE ASTROLABIOS EN LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS	76
3.5.1.- Talleres de astrolabios en la Corona de Castilla	76
3.5.2.- Talleres de astrolabios en la Corona de Aragón.....	78
3.5.3.- Talleres de astrolabios en el reino de Navarra	80
CAPÍTULO 4: DEL ORIGEN DEL ASTROLABIO A SU PRESENCIA Y DESARROLLO EN AL-ANDALUS.....	81
4.1.- PRECEDENTES BABILONIOS DEL ASTROLABIO	81
4.2.- INSTRUMENTOS ASTRONÓMICOS EN LA GRECIA HELENÍSTICA	81

4.3.- ASTROLABIOS EN BIZANCIO.....	84
4.4.- ASTROLABIOS EN EL ISLAM ORIENTAL HASTA SU LLEGADA A AL-ANDALUS....	86
4.5.- EL ASTROLABIO EN AL-ANDALUS: MECENAZGO Y CONTEXTO	90
4.5.1.- Astrolabios y mecenas: el relato cronológico	90
4.5.2.- Reflexiones sobre el contexto	95
4.6.- TABLA – RESUMEN DE LOS ASTROLABIOS ANDALUSÍES Y ANÁLISIS COMPARATIVOS	97
4.6.1.- Tabla-resumen de los astrolabios andalusíes	97
4.6.2.- Análisis y contextualización de características diferenciadoras en los astrolabios andalusíes catalogados	107
4.6.2.1.- Nombres de las estrellas rotulados en los punteros de las arañas	107
4.6.2.2.- Ciudades y latitudes rotuladas en las láminas	108
4.6.2.3.- Astrolabios con inscripciones alfabéticas añadidas en otra lengua	111
4.6.2.4.- Astrolabios con inscripciones numéricas con cifras occidentales.....	112
4.6.2.5.- Astrolabios con calendario perpetuo solar y/o lunar	112
4.6.2.6.- Presencia de láminas para uso astrológico	113
4.6.2.7.- Presencia de láminas para uso matemático y astronómico.....	115
4.6.2.8.- Astrolabios con soluciones universales.....	116
4.6.2.9.- Astrolabios con escalas de cotangentes en dos cuadrantes del dorso.....	116
4.6.2.10.- Ubicación de la inscripción de autoría, lugar y fecha	118
CAPÍTULO 5: ASTROLABIOS EN LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS: MECENAZGO Y CONTEXTO	119
5.1.- DIFUSIÓN DEL ASTROLABIO ANDALUSÍ A LOS REINOS CRISTIANOS	119
5.2.- ASTROLABIOS EN LA CORONA DE CASTILLA: MECENAZGO Y CONTEXTO.....	122
5.3.- ASTROLABIOS EN LA CORONA DE ARAGÓN: MECENAZGO Y CONTEXTO.....	124
5.4.- ASTROLABIOS EN EL REINO DE NAVARRA: MECENAZGO Y CONTEXTO	126
5.5.- TABLA – RESUMEN DE LOS ASTROLABIOS DE LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS Y ANÁLISIS COMPARATIVOS	127
5.5.1.- Tabla-resumen de los astrolabios de los reinos cristianos.....	127
5.5.2.- Análisis y contextualización de características similares en los astrolabios de los reinos cristianos catalogados.....	132
5.5.2.1.- Astrolabios con <i>láminas</i> dedicadas a los “climas ptolemaicos”	132
5.5.2.2.- Tipos de numeración utilizada en los astrolabios.....	133
5.5.2.3.- Nombres de las estrellas rotulados en los punteros de las <i>arañas</i>	133
5.5.2.4.- Ciudades y latitudes rotuladas en las <i>láminas</i>	134
5.5.2.5.- Astrolabios con algunas inscripciones alfabéticas en hebreo y/o árabe	134
5.5.2.6.- Astrolabios con algunas inscripciones alfabéticas en lenguas vernáculas	135
CAPÍTULO 6: ASTROLABIOS Y SOCIEDAD MEDIEVAL	137

6.1.- ASTROLABIOS, ISLAM Y MEZQUITAS	138
6.2.- ASTROLABIOS, IGLESIA Y MONACATO	142
6.3.- ASTROLABIOS, MADRASAS y UNIVERSIDADES	151
6.3.1.- Madrasas y escuelas científicas en al-Andalus	151
6.3.2.- Universidades en los reinos cristianos	153
6.4.- ASTROLABIOS y MEDICINA EN LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS	1555
6.5.- ASTROLABIOS Y MUJER	158
6.6.- ASTROLABIOS EN UNA SOCIEDAD MULTICULTURAL: INSCRIPCIONES BILINGÜES/TRILINGÜES	1622
CAPÍTULO 7: ASTROLABIOS COMO OBJETOS GENERADORES DE PRESTIGIO. SU DIMENSIÓN ARTÍSTICA Y SIMBÓLICA	165
7.1.- ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DECORATIVOS DE LOS ASTROLABIOS	165
7.1.1.- Los punteros de las <i>arañas</i>	176
7.1.1.1.- Punteros de forma geométrica	178
7.1.1.2.- Punteros zoomorfos	179
7.1.1.3.- Punteros de formas vegetales	181
7.1.2.- Los adornos en la <i>araña</i>	182
7.1.2.1.- Adornos de forma geométrica	183
7.1.2.2.- Adornos de formas arquitectónicas	186
7.1.2.3.- Adornos fitomorfos y zoomorfos	188
7.1.3.- Un caso claro de relación: ¿original y copia?	188
7.1.4.- Los <i>tronos</i>	189
7.1.5.- Otros elementos decorativos	191
7.2.- EL ASTROLABIO Y SU DIMENSIÓN SIMBÓLICA E ICONOGRÁFICA	191
7.2.1.- La dimensión simbólica e iconográfica del astrolabio	193
CAPÍTULO 8: ASTROLABIOS EN FUENTES PRIMARIAS ESCRITAS	199
8.1.- TRATADOS DEL ASTROLABIO	199
8.1.1.- Tratados del Astrolabio en al-Andalus	203
8.1.2.- Tratados del Astrolabio en los reinos cristianos hispanos	211
8.2.- TEXTOS SOBRE ASTRONOMÍA CON REFERENCIAS A ASTROLABIOS	221
8.2.1.- Alfonso X y sus textos indirectamente relacionados con el astrolabio	222
8.2.2.- Ramón Llull y sus textos relacionados con el astrolabio	224
8.2.3.- El astrolabio en el Tratado de Astrología de Enrique de Villena / Andrés Gómez de Zamora	226
8.2.4.- Abraham Zacut y el astrolabio	228
8.3.- DOCUMENTACIÓN DE ARCHIVO RELACIONADA CON EL ASTROLABIO	229
8.3.1.- Reino de Aragón	229

8.3.1.1.- Pedro IV el Ceremonioso y los astrolabios	229
8.3.1.2.- Juan I el Cazador y los astrolabios	231
8.3.1.3.- Martín I el Humano y los astrolabios	233
8.3.1.4.- Fernando I de Aragón y los astrolabios	234
8.3.1.5.- Alfonso V el Magnánimo y los astrolabios	235
8.3.2.- Reino de Castilla	235
8.3.2.- Reino de Navarra	236
CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES	239
PARTE 2	
CAPÍTULO 10: CATÁLOGO	243
10.1.- CATALOGACIÓN DE LOS ASTROLABIOS ANDALUSIES	243
10.1.1.- Atribución de lugar y fecha de construcción	244
10.1.2.- Elementos comunes a las fichas de los astrolabios andalusíes del catálogo	245
10.1.3.- Fichas de los astrolabios andalusíes	247
A1: Astrolabio omeya en el BNF Ms Lat. 7412	248
A2: Astrolabio anónimo omeya del British Museum	255
A3: Astrolabio de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en Edimburgo	264
A4: Astrolabio de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en Berlín	272
A5: Astrolabio de Córdoba en Universidad Jagiellonian Cracovia	282
A6: Astrolabio al-Sahlī del Museo Arqueológico Nacional	294
A7: Astrolabio al-Sahlī del Museo Historia de la Ciencia de Oxford	306
A8: Astrolabio de al-Sahlī en Observatorio Astronómico de Roma	316
A9: Astrolabio al-Ṣabbān del Museo de Múnich	321
A10: Astrolabio al-Naqqāš del Museo de Núremberg	330
A11: Astrolabio de Guadalajara del M ^o de H ^a de la Ciencia de Oxford	340
A12: Astrolabio de Ibrāhīm ibn al-Sahlī del Museo de Kassel	351
A13: Astrolabio ibn Saʿīd al-Sahlī del Museo de Historia de Washington	362
A14: Astrolabio de al-Jamāʿirī de la colección Sauvage	369
A15: Azafea de al-Jamāʿirī del Observatorio Astronómico de Roma	372
A16: Astrolabio de al-Jamāʿirī en el Museo de Fez	376
A17: Azafea de al-Jamāʿirī de la Biblioteca Nacional de Francia	383
A18: Astrolabio de al-Jamāʿirī de 1221 Museo H ^a de la Ciencia de Oxford	386
A19: Astrolabio de al-Jamāʿirī de 1224 Museo H ^a de la Ciencia de Oxford	394
A20: Astrolabio de al-Jamāʿirī en el Smithsonian de Washington	402
A21: Astrolabio de al-Jamāʿirī en el Museo Islámico del Cairo	408

A22: Astrolabio de al-Jamā'irī en Chicago	413
A23: Astrolabio almohade en el Museo Capodimonte.....	420
A24: Astrolabio de ibn Ḥātim en Adler Planetarium Chicago.....	427
A25: Azafea de Ibn Ḥuḍayl de la Real Academia de Barcelona.....	436
A26: Astrolabio Imola del Museo della Specola de Bolonia	439
A27: Astrolabio ibn Bāṣo de la Real Academia de la Historia	447
A28: Astrolabio ibn Bāso (1) del Museo de Arte Islámico de Doha.....	455
A29: Astrolabio ibn Bāṣo (2) del Museo de Arte Islámico de Doha.....	465
A30: Astrolabio nazarí del Technisches Museum de Viena.....	472
A31: Astrolabio ibn al-Raqqām de la Real Academia de la Historia.....	481
A32: Astrolabio de al-Šaraḥī en el Museo Marítimo de Estocolmo	487
A33: Astrolabio Ibn Faraḡ del Museo Capodimonte	495
A34: Astrolabio de ibn Zāwal en el Museo Arqueológico de Granada.....	502
10.2.- CATÁLOGACIÓN DE LOS ASTROLABIOS DE LOS REINOS CRISTIANOS	
HISPANOS	509
10.2.1.- Atribución de lugar y fecha de construcción.....	509
10.2.2.- Elementos comunes a las fichas de los astrolabios de los reinos cristianos hispanos del catálogo	509
10.2.3.- Fichas de los astrolabios andalusíes	509
C1: Astrolabio Destombes.....	510
C2: Astrolabio de climas Museo de Historia de la Ciencia de Oxford.....	517
C3: Astrolabio pequeño en el M ^o de H ^a de la Ciencia de Oxford.....	525
C4: Astrolabio hispano de climas en el British Museum	531
C5: Astrolabio Museo Marítimo de Greenwich	536
C6: Astrolabio Zaragoza Museo Historia de la Ciencia de Oxford.....	543
C7: Astrolabio Caird del Museo Nacional Marítimo de Greenwich	552
C8: Astrolabio valenciano del Museo Nacional Marítimo de Greenwich.....	559
C9: Astrolabio Hebreo colección Nasser Khalili	566
C10: Astrolabio de la Sociedad de Anticuarios de Londres	571
C11: Astrolabio con tetralóbulo Museo de H ^a de la Ciencia de Oxford.....	579
C12: Astrolabio hispano del Museo Aga Khan de Toronto	586
C13: Astrolabio de Petrus Raimundi de Barcelona.....	595
C14: Astrolabio Hebreo del British Museum.....	605
C15: Astrolabio de aves y leones Museo de H ^a de la Ciencia de Oxford.....	610
BIBLIOGRAFÍA.....	619

ANEXO 1: TABLA DE NOMBRES DE ESTRELLAS EN LOS ASTROLABIOS MEDIEVALES ESPAÑOLES: ANDALUSÍES Y DE LOS REINOS CRISTIANOS.....	653
ANEXO 2: TABLAS DE PRESENCIA DE CIUDADES Y LATITUDES EN LAS LÁMINAS DE LOS ASTROLABIOS DEL CATÁLOGO.....	683
ANEXO 3: TABLA-RESUMEN TRATADOS DEL ASTROLABIO EN AL-ANDALUS Y REINOS CRISTIANOS.....	709
ANEXO 4: GLOSARIO DE TÉRMINOS ASTRONÓMICOS Y MATEMÁTICOS QUE APARECEN EN EL TEXTO	712
ANEXO 5: NUMERACIÓN <i>ABŶAD</i> EN ASTROLABIOS ANDALUSÍES	717
ANEXO 6: TABLA DE TRANSLITERACIÓN DEL ÁRABE AL ESPAÑOL UTILIZADA EN LA TESIS	718
ANEXO 7: ANALISIS METÁLICOS REALIZADOS A ASTROLABIOS DEL CATÁLOGO	719

Los astrolabios [...] deben considerarse semplança y arquetipo del Universo.

[*Libro del Astrolabio Redondo* (1278). Alfonso X el Sabio (1221-1284), rey de Castilla]

El astrolabio es un regalo del cielo que sirve para regular la celebración del oficio divino.

[*De utilitatibus astrolabii*. Hermann Contractus (1013-1054), abad de Reichenau (Alemania)]

Non son por todo aquesto los estrelleros mintrosos, que judgan segund natura por sus cuentos fermosos, ellos e la çiençia son çiertos et non dubdosos, mas no pueden contra Dios ir, nin son poderosos.

Non sé astrología, nin só ende maestro, nin sé astrolabio más que buey de cabestro, mas porque cada día veo pasar esto, por aquesto lo digo, otrosí veo aquesto.

[*Libro del Buen Amor*. Arcipreste de Hita (ca. 1284 – ca. 1351)]

RESUMEN / ABSTRACT

RESUMEN

Esta tesis aborda la catalogación y contextualización de los astrolabios realizados en al-Andalus y en los reinos cristianos hispanos de la Edad Media como objetos protagonistas de una perfecta simbiosis entre arte y ciencia. Esta tarea no se había abordado hasta el momento y ha precisado de un acercamiento al astrolabio desde sus múltiples dimensiones: científica, cultural, simbólica, suntuaria y artística.

La información disponible sobre los astrolabios peninsulares medievales es escasa, está dispersa, a veces obsoleta y, en todo caso, se ha abordado desde la perspectiva de la historia de la ciencia, algo perfectamente entendible por la dimensión científica de los astrolabios, pero que ha silenciado sus otras dimensiones.

Se ha optado por presentar el catálogo según criterios de cronología y separando la producción andalusí de la de los reinos cristianos por razones prácticas, pero en la contextualización cultural, en el estudio simbólico e iconográfico y en el impacto cultural de los astrolabios que precede al catálogo en la estructura de la tesis, las dos producciones, la andalusí y la de los reinos cristianos hispanos se vertebran, dialogan y se reencuentran.

El ejercicio de catalogación exhaustiva de los 49 astrolabios, 34 andalusíes y 15 atribuibles a los reinos cristianos hispanos, que han llegado a nuestros días, ha permitido acometer la modelización de los talleres donde se debieron hacer. Hasta el momento no se había abordado en su totalidad el complejo proceso de concepción y materialización de un astrolabio en el periodo medieval. Este ejercicio ha sido posible gracias al intenso estudio de campo, con el acercamiento a los objetos materiales, al análisis de fuentes primarias publicadas y a la identificación de fragmentos informativos en una extensa y variada bibliografía. Así se ha generado un discurso explicativo plasmado en un modelo que se configura como un punto de partida para futuras reflexiones y mejoras.

La contextualización se inicia abordando en primer lugar el mecenazgo de corte, el más importante, tanto en al-Andalus, en sus distintos periodos cronológicos, como en los reinos cristianos hispanos. En este segundo caso se contextualiza el astrolabio en los reinos de Castilla, Aragón y Navarra. La incorporación de Navarra al elenco de reinos con interés por el astrolabio es otra aportación de esta tesis.

Especial atención se ha puesto en relatar la vertebración del astrolabio con su entorno, conviviendo con las tres culturas medievales peninsulares y dando respuesta a sus distintas necesidades. Se estudia el papel del astrolabio al servicio del Islam, en mezquitas y madrasas y al servicio de la Iglesia en monasterios y escuelas catedralicias evidenciando el paralelismo entre ambos contextos. Se insiste en su papel docente presente en las universidades, como instrumento asociado al ejercicio de la medicina y como un testigo más del papel jugado por la intelectualidad judía en el conocimiento y la difusión del saber en la península Ibérica. Por último, se visibiliza el papel, escaso pero no nulo, de la mujer en esta narración.

Escaso apoyo bibliográfico se ha encontrado al abordar las dimensiones artística y simbólica de los astrolabios medievales de la península Ibérica. Situados en el punto cero de la aproximación desde la historia del arte a un total de 49 astrolabios, se ha optado por ofrecer primero un análisis formal de los elementos decorativos con el fin de conocerlos y ordenarlos, intercalando, eso sí, la producción andalusí y la de los reinos cristianos hispanos, pues se hacen evidentes las referencias cruzadas entre ambas. Se es consciente de que el discurso formalista está relativamente superado pero, antes de generar una narración más compleja y enriquecedora, prevista para el futuro, hay que asentar los cimientos. Este ejercicio ha permitido proponer unas clasificaciones ligadas a la cronología y los entornos culturales que van más allá del genérico término “moorish type” acuñado por la historiografía y que se aplicaba a toda la producción medieval peninsular.

El catálogo en sí mismo es la raíz de todo el discurso y la mayor aportación de la tesis, por no contar con precedentes. Se ofrece un formato homogéneo de ficha que facilite el uso futuro de los datos por distintas disciplinas: historia del arte, historia de la ciencia, historia de la tecnología, filología y literatura, y se ha puesto especial atención en describir con detalle y exactitud:

- El corpus decorativo apoyado en un buen número de fotografías de detalle con una primera aproximación a su clasificación tipológica.
- Las características físicas (dimensiones, pesos y análisis del material si existe) como apoyo a futuros estudios que amplíen los todavía escasos sobre metalurgia medieval y técnicas de trabajo en metal en la península Ibérica en el periodo medieval.
- Las inscripciones originales, tanto en árabe, como en latín y en lenguas vernáculas, sus transliteraciones y traducciones al español.
- La información astronómica y geográfica contenida en cada pieza del astrolabio.

El catálogo se completa con un conjunto de anexos con información detallada que ha permitido sustentar los estudios comparativos y estadísticos que se ofrecen en la tesis.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to catalogue and contextualize the astrolabes made in al-Andalus and the Hispanic Christian Kingdoms during the Middle Ages as objects which portray a successful symbiosis between art and science. This task had not been tackled until now and it

requires an approach to the astrolabe from its multiple aspects: scientific, cultural, symbolic, sumptuous and artistic.

The available information on the medieval peninsular astrolabes is scarce, disperse, sometimes obsolete and, in any case, has been approached from the perspective of the history of science, something perfectly understandable due to the scientific characteristics of the astrolabes, but partly responsible for the lack of visibility of its other aspects.

The layout of the catalogue is chronological and the *andalusí* production is separated from that of the Christian kingdoms for practical reasons. Notwithstanding that approach, the astrolabes from both sides of the border present in the Iberian Peninsula during the Middle Ages engage in a dialogue and are reunited in the chapters dealing with the cultural context and the symbolic and iconographic features.

The exhaustive exercise accomplished to catalogue the 49 extant astrolabes, 34 from al-Andalus and 15 attributed to the Hispanic Christian kingdoms, has permitted modelling the workshops where they may have been made. Until now, the complex process that shapes the manufacturing of an astrolabe in the medieval period, from its conception to its completion, has not been fully addressed. The challenge has been dealt with by means of an intense fieldwork, the approach to the material objects on their own, the analysis of published primary sources and the help of an extensive and varied bibliography. All this has generated a discourse that structures a model presented as a starting point for future debates and improvements.

The contextualization starts by focussing on the patronage of court, the most important one, both in al-Andalus, in its different chronological periods, and in the Hispanic Christian kingdoms. In this second case, the extant documents confirm the presence and support of astrolabes in the courts of the kingdoms of Castile, Aragon and Navarre. The addition of Navarre to the other two kingdoms, traditionally presented as involved in astrolabes, is another contribution of this thesis.

Special attention has been given to the connexion between the astrolabe and the social and cultural contexts where it was present and how it contributed to the coexistence of the three peninsular medieval cultures by giving response to their specific needs. The study focusses on the role of the astrolabe in the service of Islam, in mosques and madrasas, and in the service of the Christian Church in monasteries and cathedral schools, stressing the parallelism between both contexts. But it also highlights the teaching role played by the astrolabes in universities as an instrument associated with the practice of medicine and, in another perspective, its presence in Jewish communities which played an essential role in the dissemination of scientific knowledge in the Iberian Peninsula. Finally, the role, scarce but present, of women in the story of astrolabe is brought into focus.

The study has found little bibliographic support in addressing the artistic and symbolic aspects of the medieval astrolabes made in the Iberian Peninsula. Starting from nothing in the approach to a total of 49 astrolabes from the History of Art viewpoint, the choice of making a

formal analysis of the decorative elements has resulted useful for identifying cross references between the *andalusí* astrolabes and those attributed to the Hispanic Christian kingdoms. Being aware of the fact that the formalist discourse is mostly over, the decision taken aims to lay out the foundations before building up a more complex and enriching narration. This exercise has allowed the proposal of classifications linked to the chronology and the related cultural environments, going beyond the generic term "Moorish type" applied to all the medieval astrolabe production in the peninsula by the historiography.

The catalogue itself is the foundation of the whole discourse and the greatest contribution of this thesis as it has no precedents. A homogeneous format has been established for each record, in order to facilitate the future use of the data by different disciplines: history of art, history of science, history of technology, philology and literature, and special attention has been paid to describe in detail and with the proper accuracy:

- The decorative corpus supported by a good number of detailed photographs with a first approximation to their typological classification.
- The physical characteristics (dimensions, weights and analysis of the material if available) as a support for future studies that expand the still scarce knowledge of medieval metallurgy and metal working techniques in the Iberian Peninsula.
- The original inscriptions, both in Arabic, Latin or in vernacular languages, their transliterations and translations into Spanish.
- The astronomical and geographic information engraved in each piece of the astrolabe.

A set of annexes completes the catalogue with detailed information used to support the comparative and statistical analysis offered in the thesis.

PARTE 1

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN, METODOLOGÍA y ESTADO DE LA CUESTIÓN

1.1.- INTRODUCCIÓN

Este trabajo aborda la catalogación y contextualización artística, cultural y científica de los astrolabios realizados en al-Andalus y en los reinos cristianos hispanos de la Edad Media como resultado de la difusión a esos territorios del astrolabio andalusí. La producción artística y el desarrollo científico que alcanzaron las diversas culturas que convivieron en la península Ibérica entre los siglos X y XV tienen en los astrolabios uno de sus testimonios. Es esta una tarea que no se había abordado hasta el momento y que precisa de un acercamiento al astrolabio desde sus múltiples dimensiones:

- la científica, como instrumento de precisión de uso astronómico y matemático.
- la cultural que es poliédrica, como instrumento:
 - al servicio del culto, tanto islámico como cristiano, para la fijación correcta de las horas de rezo canónico en mezquitas y en monasterios.
 - docente de apoyo a la enseñanza de la astronomía y la geometría y a la comprensión de conceptos abstractos a partir de evidencias concretas.
 - útil para la agrimensura, la arquitectura y la estrategia militar por su capacidad de realizar medidas lineales a distancia.
 - cooperador en el desarrollo de la geografía y la navegación, al servicio de los viajeros, tanto peregrinos como eruditos en busca del saber.
 - presente entre el instrumental de los médicos (“físicos” en la terminología medieval) para ayudar a realizar diagnósticos (la salud y la enfermedad se relacionaba con el estado cambiante de los astros en la bóveda celeste) y establecer los tratamientos.
- la simbólica, por la identificación del astrolabio con el Universo, del que es un modelo matemático a escala, por lo que se le revestía de un poder asociado al control del mundo que lo hizo atractivo a las altas jerarquías del poder civil y religioso. Adicionalmente dotaba a sus comitentes y poseedores de un barniz de erudición inherente al concepto de “ideal sapiencial”.
- la suntuaria y artística como verdadera pieza de orfebrería dotada de un interesante repertorio de elementos decorativos que le vinculan con la producción artística de su época, convirtiéndole en objeto deseado y apreciado a través de los siglos.

El eje director de esta tesis ha sido la realización del primer catálogo crítico de los astrolabios realizados en la península Ibérica durante la Edad Media, todos escasamente estudiados, con la información muy dispersa, a veces obsoleta y siempre abordada desde la perspectiva de la historia de la ciencia, algo perfectamente entendible por la dimensión científica de los astrolabios, pero que ha silenciado sus otras dimensiones.

El hecho de que los astrolabios realizados en al-Andalus fueran los más estudiados y estuvieran mayoritariamente firmados y datados definió la secuencia de estudio a seguir. Primero se realizó un estado de la cuestión plasmado en el Trabajo Académicamente Dirigido *Astrolabios Andalusíes* que finalizó en 2012. El estudio puso de manifiesto que quedaba aún mucho por hacer en este campo y que lo que la historiografía ha denominado “tipología del astrolabio andalusí” requería de un acercamiento desde la metodología de la historia del arte, poniendo en valor cada ejemplar y extrayendo de él toda la información que proporciona en base a sus múltiples dimensiones.

El primer acercamiento a los astrolabios anónimos con inscripciones en latín y/o hebreo, atribuibles cronológicamente al periodo medieval y geográficamente a los reinos hispanos cristianos se plasmó en el Trabajo de Fin de Máster *La difusión del astrolabio andalusí en los reinos cristianos de la España medieval* finalizado en 2014. El grado de dificultad de este estudio fue aún mayor porque los historiadores de la ciencia especialistas en el periodo medieval se han centrado más, como es lógico, en la ciencia islámica que despuntó en esos siglos y por tanto prestaron más atención a los instrumentos científicos con grafía árabe que a los que tienen grafía latina. El hecho adicional de que los astrolabios con esta grafía fueran más defectuosos en lo técnico y no estuvieran firmados ni datados, reducía su interés como apoyo al estudio de los textos científicos, auténtico centro de atención de los historiadores de la ciencia. El astrolabio, el objeto material en sí mismo, quedaba apartado del discurso.

Pero estos estudios precedentes pusieron de manifiesto que había que acercarse a toda la materialidad de cada astrolabio, extraer de él toda su información, sin condicionantes ni juicios previos, recogiendo todas sus inscripciones, analizando la calidad de su ejecución y generando una mirada de 360° en torno a él para contextualizarlo científica, cultural y artísticamente. La secuencia de trabajo no ha sido cronológica ni tampoco se ha empezado trabajando los astrolabios de al-Andalus y después los de los reinos cristianos. Se ha buscado a propósito el cambio continuo de uno al otro lado de la frontera para reproducir en el estudio lo que fue la realidad de circulación de conocimientos científicos, técnicos, artesanos y estéticos. No obstante, se ha optado por presentar el catálogo según criterios de cronología y separando la producción andalusí de la de los reinos cristianos por razones prácticas. Es en la contextualización cultural, en el estudio simbólico e iconográfico y en el impacto cultural de los astrolabios, en el que las dos producciones, la andalusí y la de los reinos cristianos hispanos se vertebran, dialogan y se reencuentran.

La tesis se organiza en diez capítulos y siete anexos y se presenta dividida en dos partes (PARTE 1 y PARTE 2) para facilitar la lectura en paralelo de los capítulos 1 al 9, por una lado,

y el catálogo, la bibliografía y los anexos, a los que se alude frecuentemente en los mencionados capítulos, por el otro:

- **CAPÍTULO 1.- Introducción, metodología y estado de la cuestión**

Aquí se inicia la PARTE 1.

- **CAPÍTULO 2.- Un acercamiento al astrolabio**

Descripción del astrolabio y presentación de sus partes siguiendo el mismo orden que después se recoge en las fichas del catálogo y con apoyo gráfico para facilitar su comprensión. La necesidad de usar términos astronómicos y geométricos ha llevado a incluir un glosario de todos esos conceptos en el Anexo 4. También se indican todos los usos que tuvo el astrolabio durante la Edad Media que, de hecho, son los mismos que tuvo hasta el final de su vida útil en el siglo XIX. Se cierra el capítulo presentando unos tipos de astrolabios menos conocidos que el astrolabio “planisférico”, el habitual, que compartieron espacio y tiempo en la Edad Media.

- **CAPÍTULO 3.- Talleres de astrolabios**

Es una de las aportaciones de la tesis junto al propio catálogo y uno es consecuencia del otro. Hasta el momento no se había modelizado el proceso de concepción y materialización de un astrolabio en el periodo medieval. Este ejercicio ha sido posible gracias al intenso estudio de campo, con el acercamiento al objeto material que eso conlleva y gracias al análisis de fuentes primarias publicadas, con la extracción aquí y allá de fragmentos informativos que han permitido generar un discurso explicativo plasmado en un modelo que se presenta literal y gráficamente. Como todo modelo es debatible y se configura como un punto de partida a futuras reflexiones y mejoras. En este capítulo se hace uso de los análisis de las aleaciones de latón con los que se cuenta y que se recogen en el Anexo 7.

- **CAPÍTULO 4.- Del origen del astrolabio a su presencia y desarrollo en al-Andalus**

Breve recorrido cronológico desde los precedentes del astrolabio, su invención en periodo helenístico, su desarrollo en el Islam oriental y su llegada a al-Andalus en el siglo X. El recorrido se ameniza con la presentación de compañeros de viaje del astrolabio en sus primeros pasos.

Llegado el astrolabio a al-Andalus se comienza contextualizándolo, determinando los modelos de mecenazgo, para después presentar una tabla-resumen de los 34 astrolabios andalusíes que conforman esa parte del catálogo. La tabla incluye imágenes, datos de identificación y localización además de un párrafo sobre lo más destacable de cada uno. Se pretende facilitar una primera toma de contacto con los astrolabios estudiados. El capítulo se cierra con una análisis estadístico comparativo razonado de las características más relevantes de los 34 astrolabios estudiados que, en muchos casos sirven para confirmar opiniones largamente mantenidas por la historiografía, pero que, en otros casos, las

desmontan porque los ejemplares conservados, estudiados todos y a fondo invitan a modificar o matizar esas opiniones.

- **CAPÍTULO 5.- Astrolabios en los reinos cristianos hispanos: mecenazgo y contexto**

Comenzando por el proceso de difusión del astrolabio andalusí al otro lado de la frontera peninsular a finales del siglo X, se relata el mecenazgo y el contexto de los astrolabios en los reinos de Castilla, Aragón y Navarra. El último caso, el de Navarra, es otra aportación de esta tesis gracias a información obtenida en el proceso de trabajo de campo.

Se presenta después la tabla-resumen de los 15 astrolabios atribuibles a los reinos cristianos hispanos haciendo una nueva propuesta de datación, que es aportación de la tesis, y completando el capítulo con el análisis estadístico comparativo, con el mismo formato seguido al estudiar el conjunto de astrolabios andalusíes.

- **CAPÍTULO 6.- Astrolabios y sociedad medieval**

Este capítulo se centra en la vertebración del astrolabio con su entorno, conviviendo con las tres culturas medievales peninsulares y dando respuesta a sus distintas necesidades. Se estudia el papel del astrolabio al servicio del Islam, en mezquitas y madrasas y al servicio de la Iglesia en monasterios y escuelas catedralicias. Se insiste en su papel docente presente en las universidades, como instrumento asociado al ejercicio de la medicina y como un testigo más del papel jugado por la intelectualidad judía en el conocimiento y la difusión del saber. Y como se debe hacer siempre en cualquier relato histórico, se visibiliza el papel, escaso pero no nulo, de la mujer en esta narración.

- **CAPÍTULO 7.- Astrolabios como objetos generadores de prestigio: su dimensión artística y simbólica**

Otra aportación de la tesis con escaso, casi nulo, apoyo bibliográfico porque los historiadores de la ciencia han obviado de forma sistemática los aspectos artísticos de los astrolabios medievales de la península Ibérica y los historiadores del arte no los han incluido entre sus objetos de estudio. Situados en el punto cero de esta aproximación desde la historia del arte a un total de 49 astrolabios, se ha optado por ofrecer primero un análisis formal de los elementos decorativos con el fin de conocerlos y ordenarlos, intercalando, eso sí, la producción andalusí y la de los reinos cristianos hispanos pues se hacen evidentes las referencias cruzadas entre ambas. La reducción de variables de las 49 originales a menos de diez en las distintas tipologías permite identificar las relaciones entre los elementos decorativos presentes en los astrolabios y otros objetos suntuarios o elementos arquitectónicos que se tomaron como claro referente. Se es consciente de que el discurso formalista está relativamente superado, pero antes de generar una narración más compleja y enriquecedora, prevista para el futuro, había que asentar los cimientos.

En cuanto al estudio iconográfico de las obras de arte en que hace acto de presencia el astrolabio, no es sino una aproximación inicial que continuará en futuras investigaciones.

- **CAPÍTULO 8.- Astrolabios en fuentes primarias escritas**

El objetivo de este capítulo es visibilizar de forma ordenada y completa toda la información obtenida, tanto de textos científicos medievales como de documentos de archivo, para la elaboración del catálogo y la contextualización multidimensional de los astrolabios. Se articula el capítulo en tres grandes áreas: los tratados del astrolabio escritos en al-Andalus y en los reinos cristianos hispanos medievales, los textos científicos que mencionan el astrolabio de forma clara y también de autoría hispana y por último los documentos de archivo de las coronas de Castilla, Aragón y el reino de Navarra relacionados con astrolabios. En todos los casos se ha trabajado con textos publicados, no hay ningún nuevo documento pero se ha hecho una búsqueda bibliográfica exhaustiva y se ha aplicado una rigurosa ordenación, identificación de relaciones y medida de impacto de cada documento, todo ello a la vista de los astrolabios que nos han llegado.

- **CAPITULO 9.- Conclusiones**

Aunque la investigación histórica de un tema nunca concluye, sólo se avanza un paso más en el largo camino del conocimiento, se presentan las más relevantes conclusiones del estudio, identificando además futuros trabajos que se tiene previsto abordar en esta misma línea.

Concluye con este capítulo la PARTE 1.

- **CAPÍTULO 10.- Catálogo [Comienzo de la PARTE 2]**

Es el capítulo más extenso de la tesis, el cimiento de todo el discurso generado en los capítulos previos, y la mayor aportación de la misma por no contar con precedentes. Se ofrece toda la información de cada astrolabio, obtenida a través del trabajo de campo y de la bibliografía, (generalmente escasa en su contenido), en un formato homogéneo de ficha que facilite el uso de los datos por distintas disciplinas: historia del arte, historia de la ciencia, historia de la tecnología, filología y literatura. Las fichas son extensas porque incorporan descripciones generales y de cada una de las partes de cada astrolabio, de sus elementos decorativos con un rico aparato gráfico, de sus dimensiones, de todas sus inscripciones (transliteradas y traducidas al español) y de los datos conocidos sobre la fortuna de cada astrolabio desde el periodo medieval a nuestros días. Se completan con un listado de la bibliografía conocida sobre cada uno de ellos.

- **ANEXOS:**

- Anexo 1: Tabla de nombres de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos. Recoge todas las variantes registradas en las inscripciones de los 49 astrolabios estudiados y constituye una buena base para futuros estudios que puedan interesar a la comunidad de filólogos arabistas, latinistas y especialistas en el nacimiento de términos científicos en las lenguas vernáculas peninsulares.

- Anexo 2: Tablas de presencia de nombres de ciudades y latitudes en las láminas de los astrolabios del catálogo. Se presentan un conjunto de tablas con una gran riqueza de datos geográficos que han permitido hacer los análisis estadísticos comparativos de los capítulos 4 y 5.
- Anexo 3: Tabla-resumen de Tratados del Astrolabio en al-Andalus y los reinos cristianos hispanos. Se presentan dos tablas que permiten un acceso fácil a la información más relevante sobre los tratados del astrolabio que se analizan en el capítulo 8.
- Anexo 4: Glosario de términos astronómicos y matemáticos que aparecen en el texto. Se definen 19 términos de los que hay que hacer uso a las descripciones de las partes del astrolabio o de sus usos. Las definiciones son mías, no se han sacado de ningún manual y se ciñen a lo que hay que saber de ese término en el contexto exclusivo del astrolabio.
- Anexo 5: Numeración *abyád* en los astrolabios andalusíes. Se recoge la numeración alfanumérica que se usa en todas las inscripciones de los astrolabios andalusíes. Sirve de apoyo al capítulo 10 (catálogo)
- Anexo 6: Tabla de transliteración del árabe al español utilizada en la tesis. Se recoge el modo en que se han realizado las transliteraciones del árabe. Se ajustan al utilizado en las publicaciones de la *Biblioteca de al-Andalus* dirigida por Jorge Lirola Delgado y editada por la Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes. Sirve de apoyo al capítulo 10 (catálogo).
- Anexo 7: Análisis metálicos realizados a astrolabios del catálogo. Se recogen todos los resultados facilitados por las instituciones que han realizado dichos análisis. Sirve de apoyo al capítulo 3 (Talleres).

El recorrido exhaustivo realizado en torno a estos astrolabios medievales permiten confirmar lo que la historiografía destaca: es sorprendente que un objeto metálico que cabe en una mano y que se fabricó con los medios técnicos de la Edad Media, pudiera realizar con razonable exactitud las funciones que hoy hace un reloj, un GPS, una calculadora con funciones trigonométricas y un teodolito. No es extraño que este objeto, paradigma de una buena sinergia entre arte y ciencia, posiblemente nacido en el siglo I a.C., se siguiera construyendo hasta el siglo XIX, acompañando durante veinte siglos a reyes, califas, imanes, papas, docentes, médicos, militares, navegantes y, claro, a astrónomos y geómetras. Y es también notable que este objeto portable que viajaba y difundía ciencia y arte entre culturas, mantenga hoy, en nuestra sociedad de la información, su fascinación.

Los historiadores de la ciencia y muy en particular el gran especialista en astrolabios David King se sorprende del nulo interés mostrado por los historiadores del arte en estos objetos. Sirva este trabajo como prueba del compromiso de unos historiadores del arte españoles en una universidad pública, la Complutense de Madrid, por incorporar los astrolabios al entorno investigador de la Historia del Arte.

1.2.- METODOLOGIA

La ausencia de estudios previos sobre astrolabios medievales desde la perspectiva de la Historia del Arte ha obligado a seguir una aproximación en fases como ya se ha indicado en el punto anterior y a ir ajustando aspectos metodológicos según avanzaba la investigación.

En líneas generales, los métodos seguidos han sido:

1. Identificación exhaustiva de **bibliografía** directa e indirectamente relacionada con astrolabios y publicada en España, Europa y EE.UU. Se ha tratado de llegar hasta las publicaciones más recientes, no sólo libros sino sobre todo revistas especializadas. Los tipos de obras analizadas se pueden clasificar en:

- Libros y artículos específicamente dedicados a astrolabios.
- Libros y artículos sobre historia de la ciencia y en concreto de la astronomía, no sólo centrados en al-Andalus y/o los reinos cristianos hispanos sino en cualquier lugar del Islam y de la Europa occidental, en el periodo medieval.
- Catálogos de las instituciones que conservan astrolabios medievales, hispanos o no, incluidos los catálogos on-line.
- Libros y artículos sobre metalurgia del metal y técnicas del grabado sobre metal en el periodo medieval.
- Catálogos de exposiciones con presencia de astrolabios (búsqueda no exhaustiva por la escasa y repetitiva información incluida en las fichas sobre astrolabios de los catálogos de exposición).
- Libros y artículos sobre relaciones entre arte y ciencia, ciencia y política, modelos educativos medievales, estructura de las instituciones relacionadas con la ciencia y su enseñanza y cualquier texto recomendado por investigadores de perfil interdisciplinar.
- Libros y artículos sobre la ciencia hebrea en Sefarad.

A esta bibliografía específica se añade todo el *corpus* de bibliografía sobre historia y arte medieval trabajado en la Licenciatura de Historia del Arte y en el Máster de Estudios Avanzados en Arte Español cursados en la universidad Complutense de Madrid entre los años 2007 y 2014, que no se detalla en la bibliografía a menos que se cite expresamente en algún capítulo, pero que, en uno u otro modo, ha sido necesaria para realizar esta investigación.

La bibliografía que se adjunta en la tesis, recoge un total de 527 registros, entre libros, artículos y documentos online, todos ellos citados al menos una vez. A ellos se deben sumar en torno a otros 100 libros o artículos analizados pero que no se incluyen porque no aportan nada nuevo, según mi criterio, a la bibliografía citada. Se ha trabajado con bibliografía mayoritariamente escrita en inglés seguida a mucha distancia del español, francés, alemán, italiano y polaco (éste último con ayuda).

Las bibliotecas en las que se ha trabajado y que han facilitado los libros y artículos estudiados, son:

- Bibliotecas de la UCM (Geografía e Historia incluido su excelente Servicio de Préstamo Interbibliotecario, AECID, Filología clásica, Filología Moderna, Filosofía, Ciencias Físicas, Ciencias Químicas y Bellas Artes).
- Bibliotecas del CSIC (Centro de Ciencias Humanas y Sociales – CHHS y Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales) ambas en Madrid. También la biblioteca de la Escuela de Estudios Árabes – EEA de Granada.
- Biblioteca de la Casa de Velázquez (Madrid).
- Biblioteca y Archivo del Museo Arqueológico Nacional (Madrid).
- Biblioteca y Archivo de la Real Academia de la Historia.
- Biblioteca del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Madrid.
- Biblioteca y Archivo del Instituto Valencia de Don Juan (Madrid).
- British Library de Londres.

Además de todas estas instituciones se han podido descargar en versión online muchos artículos ubicados en repositorios accesibles a través de plataformas académicas a las que pertenece la biblioteca de la UCM y la del CSIC. No ha habido ningún libro o artículo del que haya tenido noticia que no haya podido conseguir en una de las instituciones o facilidades online indicadas.

2. Análisis y estudio de **fuentes primarias**, transcritas y publicadas: ¹

- Tratados del astrolabio escritos en al-Andalus. Se han estudiados ediciones críticas en varios idiomas para contrastar diferencias en la traducción.
- Biografías de científicos e historia de la ciencia escrita en al-Andalus. Se han estudiados ediciones críticas en varios idiomas para contrastar diferencias en la traducción.
- Tratados del astrolabios traducidos del árabe al latín en territorio peninsular, principalmente por traductores hispanos.
- Textos sobre el astrolabio traducidos en el *scriptorium* del Monasterio de Santa María de Ripoll (siglos X y XI) y conservados en el archivo de la Corona de Aragón.
- Textos sobre astrolabios realizadas en la Corona de Castilla, tanto en el *scriptorium* de Alfonso X el Sabio, como firmadas por otros autores.
- Textos astronómicos y documentos sobre astrolabios generados en la Corona de Aragón, principalmente, pero no solamente, en los reinados de Pedro IV el *Ceremonioso* y Juan I el *Cazador* (siglo XIV).
- Documentación conservada sobre usos de astrolabios en universidades medievales.
- Tratados del astrolabio pre-islámicos y también post-medievales (de la Edad Moderna), para contrastar contenidos.

El acceso a todas estas fuentes se ha conseguido en las bibliotecas y archivos mencionados en el punto anterior.

¹ Con el fin de no alargar la tesis ni en tiempo ni en extensión, se descartó la idea inicial de investigar en documentación de archivo inédita a la búsqueda de más información sobre astrolabistas, talleres, etc.

3. **Trabajo de campo:** Se ha configurado como eje vertebrador de la tesis aunque no estaba previsto que lo fuera en un principio. Fue la experiencia del desmontaje y estudio *in situ* del astrolabio taifa del Museo Arqueológico Nacional, al comienzo de la investigación para la tesis, y la riqueza de información que se obtuvo de ese ejercicio, muy por encima de lo publicado sobre él, la que aconsejó diseñar una estrategia de análisis directo, y no a través de fotografías, de astrolabios andalusíes y medievales hispanos conservados en instituciones públicas y privadas de España, Europa y EEUU. Se identificaron los astrolabios más relevantes de cada periodo mediante el estudio bibliográfico y de catálogos con el que ya se contaba y se minimizó el coste asociado al trabajo de campo agrupando los viajes según la ubicación geográfica de los museos o instituciones donde se conservan.

Se ha trabajado en un total de 22 instituciones, desmontando, estudiando, midiendo, leyendo las inscripciones, fotografiando y aprehendiendo con todos los sentidos, 35 astrolabios del total de los 49 catalogados y 3 de los excluidos del catálogo, decisión que se tomó tras el trabajo de campo. La experiencia vivida no tiene precio a nivel personal y se espera que sus resultados, plasmados en esta tesis, corroboren lo acertado de la estrategia seguida.

Las instituciones en las que se ha trabajado y el número de astrolabios analizados en cada una de ellas (entre paréntesis) han sido:

1. España:
 - a. Museo Arqueológico Nacional (1).
 - b. Real Academia de la Historia (2).
 - c. Museo Arqueológico de Granada (1).
 - d. Instituto Valencia de D. Juan (2- excluidos del catálogo).
 - e. Museo de Ciencia y Tecnología de Madrid (facsimilar de 1).
2. Europa:
 - a. Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (9).
 - b. British Museum (Londres) (3).
 - c. Museo Nacional Marítimo de Greenwich (3).
 - d. Sociedad de Anticuarios de Londres (1).
 - e. Museo Nacional de Edimburgo (1).
 - f. Sttatsbibliotek de Berlín (1).
 - g. Museo Nacional de Nuremberg (1).
 - h. Museo de Ciencia y Tecnología de Kassel (1).
 - i. Museo Nacional Bávaro de Munich (1).
 - j. Museo Marítimo de Estocolmo (1).
 - k. Museo de la Universidad Jagiellonian de Cracovia (1).
 - l. Museo de la Técnica de Viena (1).
 - m. Museo della Specola de Bolonia (1).
 - n. Museo Galileo de Florencia (1 – excluido del catálogo).

3. EEUU:

- a. Museo Smithsonian de Washington (2).
- b. Adler Planetarium de Chicago (2).
- c. Museo de Bellas Artes de Boston (1).

Los astrolabios conservados en museos ubicados en países de Asia y África se han estudiado mediante fotografías y con el apoyo de la bibliografía, hasta donde se ha podido llegar. En el caso de los dos astrolabios nazaríes conservados en el Museo Islámico de Doha (Qatar), el estudio se ha podido hacer muy en profundidad por el excelente conjunto de fotografías que me facilitaron.

4. **Lectura de inscripciones alfabéticas y numéricas en árabe y latín, transliteraciones y traducciones:** La excelente caligrafía cúfica de las inscripciones de los astrolabios andalusíes me han permitido hacer la lectura personalmente sin el apoyo de un experto en paleografía. Lo mismo aplica a las escritas en latín. En los pocos casos en los que están publicadas las inscripciones, se ha comprobado la coincidencia. Para la transliteración del árabe al español se ha seguido el sistema utilizado en una obra reciente: la *Biblioteca de al-Andalus* dirigida por Jorge Lirola Delgado y editada por la Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes. La tabla de transliteración se recoge en el Anexo 6 y la relativa a la numeración alfanumérica *abŷad* en el Anexo 5. La traducción al castellano se ha realizado siguiendo un método redundante, primero se ha traducido directamente del árabe o el latín y después se ha comprobado cada términos con las traducciones al inglés, si estaban publicadas.

5. **Equipamiento informático e instrumentos para el trabajo de campo:** Se ha trabajado con un ordenador portátil de uso personal dotado del equipamiento habitual de software: Windows, Microsoft Office, Editor de Fotografías, Adobe y acceso a Internet mediante Google Chrome. Aunque tenía previsto establecer una base de datos para la bibliografía y otra para las fichas del trabajo de campo, cambié la estrategia al uso de textos de Word con hiperenlaces acompañado de una gestión homogénea y armonizada de los nombres de archivo y las carpetas. El sistema de apoyo informático ha cubierto mis necesidades sin tener que invertir un tiempo inicial de puesta en marcha que pude valorar mediante una simulación.

Los instrumentos de medida utilizados en el trabajo de campo han sido:

- Calibre digital de 30 cm de longitud máxima y precisión de centésimas de milímetro.
- Báscula digital Beures de 2 kg de peso máximo y precisión de 0,1 gramos.
- Lupa de tipo visera con dos lentes e iluminación mediante dos LED.

Además se ha utilizado una cámara de fotos CANON compacta IXUS 310HS de uso personal.

6. **Cronograma:** Se ha trabajado siguiendo un cronograma realista pero exigente establecido desde el comienzo de la tesis, alternando actividades de trabajo de campo, de investigación bibliográfica en bibliotecas y de redacción, edición y maquetación. En valor medio se ha trabajado a razón de 40 horas semanales durante dos años y cinco meses.

7. **Financiación:** Los costes de trabajo personal, apoyo informático y el 88% de los costes relativos al trabajo de campo, han sido autofinanciados. El 12% restante del trabajo de campo ha sido costado con cargo al proyecto de I+D+i "*Al-Andalus, los reinos hispanos y Egipto: arte, poder y conocimiento en el Mediterráneo medieval. Las redes de intercambio y su impacto en la cultura visual*" (HAR2013-45578-R), de cuyo equipo de trabajo formo parte.

1.3.- ESTADO DE LA CUESTIÓN

No existe ningún estudio monográfico de los astrolabios medievales españoles, ni de los andalusíes ni de los realizados en los reinos cristianos hispanos. Como ya se ha indicado, estos instrumentos no se han incluido en los estudios de los historiadores del arte hasta el momento y los historiadores de la ciencia, que sí han estudiado algunos de ellos, no se han planteado catalogarlos de modo exhaustivo.

Aquellos astrolabios medievales españoles que se conservan en instituciones con una masa crítica de astrolabios de varias cronologías y lugares, están incluidos en catálogos generales promovidos por la institución y entre ellos destaca el catálogo *Astrolabes at Greenwich* coordinado por el especialista en astrolabios latinos de la Edad Moderna y profesor de la universidad de Hasselt (Bélgica), Koenraad van Cleempoel en 2005. La estructura que sigue van Cleempoel para catalogar los astrolabios del Museo Nacional Marítimo de Greenwich, tres de los cuales son peninsulares medievales es, en mi opinión, impecable en lo que respecta a descripción estructural e inscripciones y me ha servido de modelo para las fichas de mi catálogo.

Otro catálogo general de astrolabios que incluye tres andalusíes es el titulado *Planispheric Astrolabes from the National Museum of American History* que realizaron Sharon Gibbs y George Saliba en 1984 para la Smithsonian Institution. La información que proporciona sobre los astrolabios es de calidad pero está menos estructurada y, como es habitual, obvia los aspectos ornamentales.

El tercer catálogo de institución a resaltar es el *Astrolabe Catalogue from the Oxford Museum of History of Science*, estructurado como una base de datos disponible online (<http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/searchMaster.html>) y dotada de un buen motor de búsqueda por varios campos. Ofrece información de cada parte del astrolabio aunque es algo escasa e incompleta, en particular la que se ofrece de los nueve astrolabios medievales peninsulares que conserva este museo, básicamente porque no hay mucho más publicado sobre ellos. Lo verdaderamente excepcional de este catálogo online es el *corpus* de fotografías de cada parte del astrolabio, un material de gran calidad al servicio de los investigadores y también de todo el público que debería reconocerse como modelo a seguir por otras instituciones que conservan en sus colecciones este tipo de instrumentos.

El resto de entidades donde se conservan los astrolabios objeto de esta tesis tienen catálogos, más o menos actualizados, en formato impreso o en versión online, pero con un contenido que puede ser aceptable para un lector ocasional pero es escaso para el investigador. Hay también algunos casos en que la información es muy insuficiente y no se describe el

astrolabio en cuestión sino “un astrolabio genérico”. Es por ello que, aunque se citan estos catálogos en cada una de las fichas de los astrolabios de esta tesis, no se incorporan a este “estado de la cuestión” porque poco aportan a “la cuestión”.

Dejando a un lado los catálogos de museos, pasamos a destacar las aportaciones más relevantes al estudio de los astrolabios de forma general, teniendo siempre en cuenta que no se menciona, salvo a veces de modo muy general, nada relativo a la dimensión estética de estos instrumentos.

La meritoria obra de Robert T. Gunther (1869-1940) titulada *Astrolabes of the World* publicada en 1932 sigue siendo la referencia básica, el punto de partida para cualquier estudioso de los astrolabios a pesar de que está incompleta, obsoleta y contiene muchos errores. Gunther incluyó en su libro 336 astrolabios de todas las cronologías, tipologías, grafías, etc. Como gran historiador de la ciencia que fue y fundador del Museo de Historia de la Ciencia de Oxford, se propuso catalogar los astrolabios que pertenecían a la universidad de Oxford pero, en el proceso de ejecución de ese catálogo, decidió ampliar su alcance incorporando la información a la que tuvo acceso, relativa a astrolabios ubicados en otros lugares. Fue una obra pionera, que recogió por primera vez cuanto se sabía sobre estos instrumentos y es por tanto de obligada lectura y cita, aunque los 336 astrolabios que incluye sean una parte pequeña de los 2000 que hoy se conocen, 150 de los cuales son medievales. Las atribuciones y dataciones que propuso Gunther, sobre todo las de los astrolabios no islámicos, que no están firmados ni datados, son muy arbitrarias y hoy están todas cuestionadas, pero hay que valorar que realizó ese ejercicio por primera vez, tratando de establecer criterios de datación. En cuanto a los astrolabios andalusíes no los separa de los norteafricanos y los etiqueta a todos como “moorish”. De los 49 astrolabios catalogados en esta tesis, 22 están en el libro de Gunther, con escasa o incluso incorrecta información, pero están e incluso, en algunos casos, ese es el único registro informativo que se tiene del lugar en que se encontraban en aquel momento, en 1932, antes de la segunda guerra mundial en la que desaparecieron.

En esa misma década de los 30 del siglo XX se publicó el artículo “The principle and use of the astrolabe” de William Hartner en el volumen VI, parte XII de la inmensa enciclopedia sobre el arte persa que vio la luz en 1938. La cuidada descripción de todas las partes del astrolabio, con un lenguaje riguroso pero accesible a todo tipo de lectores, completada con la explicación sobre sus usos básicos sigue siendo un referente de cómo acercar lo complejo a un amplio abanico de lectores.

También en esta década, en 1931, se publicó la obra que abriría la brillante carrera del historiador de la ciencia José M^a Millás Vallicrosa (1897-1970) y que puso a la península Ibérica, y en concreto al territorio de lo que hoy es Cataluña, en el mapa de la transmisión de la ciencia andalusí e islámica en general al occidente cristiano. Se trata de *Assaig d’Història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya Medieval*, un texto de lectura obligada aunque parte de su contenido haya sido superado por posteriores investigaciones de sus propios seguidores, Juan Vernet, Julio Samsó y toda la excelente escuela de historiadores arabistas de

la universidad de Barcelona de los que se hablará más adelante. Millás no estudió astrolabios sino textos que trataban sobre astrolabios y que protagonizaron el inicio del proceso de traducciones del árabe al latín y de ahí la relevancia de su obra en la contextualización del inicio de la producción de astrolabios en los reinos cristianos hispanos.

En el año 1945 se registró un hito de la historiografía española al ver la luz el primer y único catálogo de astrolabios escrito en español hasta la fecha. Lo realizó Salvador García Franco (1884-1961), un astrónomo y coronel de la marina española que dirigió el Real Observatorio de la Marina de San Fernando y estuvo vinculado al Museo Naval de Madrid. El *Catálogo crítico de astrolabios existentes en España* es una obra muy meritoria, algo obsoleta en su estructura y contenidos, y no centrada en la producción hispana de astrolabios sino en algunos de los ejemplares que se conservan en instituciones españolas, la mayoría posteriores al periodo medieval. Sólo dos de los veinticuatro astrolabios del catálogo de García Franco son andalusíes y por tanto incluidos en esta tesis.

Y también fue en la década de los 40 cuando se estrenó la historiografía francesa en estudios de astrolabios en la persona de otro autor de obligada lectura, Henri Michel (1885-1931) y su emblemático *Traité de l'astrolabe*, publicado en París en 1947. La obra de Michel es un manual que aborda la historia del astrolabio, la estructura del instrumento y sus diferentes variantes, pero desde la mirada a los tratados del astrolabio, no desde la realidad material de los objetos que nos han llegado.

Y esta década se cerró con otro hito historiográfico español, no centrado en el astrolabio pero del que forma parte, como fue la obra de Millás Vallicrosa *Estudios sobre historia de la ciencia española*, publicada en 1949 que completaría, años más tarde, en 1960, con sus *Nuevos estudios sobre historia de la ciencia española*. No es nuestro objetivo poner foco en los muchos y buenos estudios sobre historia de la ciencia, y en concreto historia de la ciencia medieval que están publicados y se citan en esta tesis cuando es relevante, pero se ha elegido destacar la obra de Millás porque abrió el camino y fijó el modelo para los posteriores estudios sobre historia de la ciencia firmados por investigadores españoles en la segunda mitad del siglo XX.

La década de los 50 se reivindica gracias a tres obras emblemáticas que empezaron a completar la información, aún muy general y monofocal, en esas fechas, relativa a los astrolabios, justo en el momento en que se incrementó el comercio de instrumentos científicos antiguos que eran adquiridos o recibidos en donación por instituciones de prestigio. Sin respetar la cronología, destaca el primer libro que desplazó el foco de atención del objeto, el astrolabio, a su autor, el astrolabista. Se trata de otra obra clásica para este campo de investigación publicada en 1956, *Islamic Astrolabists and their Works* de Leo Ary Mayer (1895-1959), judío especialista en cultura islámica formado en Centroeuropa y finalmente profesor en la universidad de Jerusalén. Mayer ordenó alfabéticamente los nombres en árabe que aparecen en las firmas de los astrolabios islámicos, trató de ofrecer algún dato sobre su biografía y listó los astrolabios que nos han llegado de cada uno de ellos. Añadió la institución en la que se encontraba cada uno y la bibliografía conocida, pero sin recoger ninguna información ni textual

ni gráfica de los mismos. Se pueden encontrar algunos errores en el libro de Mayer, debidos a las similitudes en los nombres árabes que le llevaron a asignar algún astrolabio al autor indebido pero, en general, el libro es de un gran valor y de cita obligada porque en 60 años nadie ha intentado actualizarlo. De los catorce astrolabistas de al-Andalus que se recogen en el catálogo de esta tesis, sólo hay dos que no están en el libro de Mayer porque los astrolabios que llevan su firma salieron a la luz después de 1956.

La siguiente aportación relevante a este campo del estudio de los astrolabios lleva el nombre del físico e historiador de la ciencia británico Derek de Solla Price (1922-1983) que, como padre de la cienciometría que fue, quiso poner orden y claridad en el conjunto de más de mil astrolabios que ya poblaban los museos, fruto de adquisiciones y donaciones provenientes de colecciones particulares. Price elaboró un listado por ordenador que asignaba una línea a cada astrolabio conocido, incluyendo tanto los islámicos como los que tienen grafía latina o hebrea. Los ordenó cronológicamente, en base a su fecha, si estaban datados, o al año atribuido si no lo estaban e incorporó seis datos para cada uno: año, diámetro en centímetros, día del equinoccio de primavera grabado en el astrolabio, institución en la que se encontraba, tipología (“moorish” para todos los andalusíes y norteafricanos) y un número identificativo. El listado, publicado como *An International Checklist of Astrolabes*, en una prestigiosa revista sobre historia de la ciencia en 1955, marcó un antes y un después en el modo en el que se iban a identificar los astrolabios mediante un número internacionalmente gestionado, convirtiéndose en la génesis del hoy denominado ICN (International Checklist Number) que, por supuesto, se ha usado en esta tesis y se incluye en todas las fichas del catálogo. Derek de Solla Price tuvo el acierto de respetar el número que había asignado Robert Gunther a los 366 astrolabios de su emblemática obra de 1932, ya mencionada, y asignó el número 367 y siguientes al total de 1189 astrolabios que integran su listado. Años después, David King tomará la lista de Price, respetará los 1189 primeros números y la ampliará designando números hasta el 10000, aplicando criterios tipológicos y dando entrada a otros tipos de instrumentos como ecuatorios, compendios, etc., hasta llegar a lo que es el registro ICN actual.

Con Mayer y Price, el tercer protagonista de la década de los 50, en lo que a astrolabios se refiere, fue Paul Kunitzsch (1930-) filólogo arabista y profesor de la universidad de Múnich, especializado en el estudio de los nombres de las estrellas recogidos en textos de astronomía, astrología y ciencia islámica. Su *Arabische Sternnamen in Europa* ² publicado en 1959 al que siguió *Typen von Stern Verzeichnissen in astronomischen Handschriften des zehnten bis vierzehnten Jahrhunderts* ³ en 1966, son hoy todavía la mejor y casi única referencia para contrastar el nombre en árabe o en latín de cualquiera de las estrellas representadas en los astrolabios. Ojalá hubiera habido o haya en el futuro filólogos con la dedicación de Kunitzsch a este tipo de estudios.

² Traducción: *Nombres árabes de estrellas en Europa*.

³ Traducción: *Tipos de listados de estrellas en manuscritos astronómicos del siglo X al XIV*.

La década de los 60 registró la entrada de tres nuevos nombres con publicaciones relevantes relacionadas con el astrolabio, dos franceses, Marcel Destombes (1905-1983) y Emmanuel Poulle (1928-2011) y un británico, Francis Maddison (1927-2006).

La publicación por Marcel Destombes en 1962 de su artículo “Un astrolabe Carolingien et l’origine de nos chiffres arabes” en la prestigiosa revista *Archives internationales d’histoire des sciences* provocó el primer gran sismo en el, hasta entonces, plácido discurrir de la historiografía dedicada al conocimiento del astrolabio. Suficiente cobertura se da en esta tesis a esta publicación y todas las que generó después hasta el definitivo congreso que se organizó en Zaragoza y cuyas actas publicadas en 1995 constituyen el número 32 de la revista *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*. Marcel Destombes agitó las aguas tranquilas que fijaban el nacimiento del astrolabio en la Europa occidental en Francia o en Inglaterra, poniendo a disposición de la comunidad científica un astrolabio por él adquirido y proveniente de España que trasladaba ese origen al siglo X y a la península Ibérica.

El paleógrafo e historiador de la ciencia francés Emmanuelle Poulle inició en los 60 sus publicaciones, muy centradas en dar a conocer y exaltar el papel jugado por individuos de origen francés en el desarrollo de la ciencia occidental en la Edad Media. Su obra *Un constructeur d’instruments astronomiques au XV^e siècle Jean Fusoris*, publicada en París en 1963 es muy relevante porque otorgó nombre y biografía a un astrolabista no islámico gracias al estudio que Poulle realizaba sobre expedientes judiciales medievales. Encontrar a Jean Fusoris en un expediente de ese tipo invitó a los investigadores a trasladar la mirada a documentos de archivo, no relacionados con la ciencia ni su mecenazgo, porque también allí se podían descubrir datos relevantes. Son muchas las citas bibliográficas de Poulle que incorpora esta tesis porque es un gran historiador aunque algunos de sus estudios destilan un sesgo pro-francés mayor de lo aconsejable.

Y mientras, en Inglaterra, Francis Maddison, historiador, arabista y conservador del Museo de Historia de la Ciencia de Oxford, publicaba nuevos catálogos de astrolabios, de relojes y todo tipo de instrumentos científicos y de medida del tiempo con el orden y la ortodoxia que fijó Gunther al crear esa institución modélica y que se mantiene hasta hoy en su ya mencionado catálogo online. No hay sorpresas en los textos de Maddison pero siempre son el lugar donde buscar buenas descripciones y excelentes fotos.

La década de los 70 no puede empezar sino con el nombre de David A. King, el historiador de la ciencia y arabista que más tiempo y publicaciones ha dedicado a los astrolabios y que es considerado el máximo especialista mundial del campo de la instrumentación científica, sobre todo en el periodo medieval. Son casi 260 las publicaciones que le acreditan como tal, iniciadas en 1972.⁴ Esta tesis está poblada de citas bibliográficas de King y cuesta trabajo identificar cuáles son sus obras emblemáticas, pero sí puedo destacar que el listado de astrolabios anteriores al año 1500, heredero del listado que Price publicó en 1955, disponible online

⁴ Lista de sus publicaciones en su página web: <http://www.davidaking.org/Publications.htm>.

(<http://www.davidaking.org/instrument-catalogue.htm>), ha sido en los cuatro últimos años el sitio web que he visitado más veces. El nuevo listado incluye unos 300 instrumentos y se organiza en diez categorías, de las que cuatro corresponden a astrolabios clasificados por región geográfica (e.g. islámicos orientales, islámicos occidentales, europeos) y por cronologías. Los astrolabios andalusíes no están etiquetados como tales y comparten con los norteafricanos el identificativo “western islamic astrolabes” (astrolabios islámicos occidentales). En cuanto a los astrolabios con grafía latina se etiquetan todos como “europeos” y sólo en algunos ejemplares, y con interrogación, aventura origen hispano, francés, italiano, inglés o alemán. Los astrolabios con grafía hebrea se etiquetan como “judeo-arábigos/hebreos”.

David A. King reutiliza mucho sus propios materiales añadiendo siempre en cada publicación algo más de información, de detalle descriptivo, de contexto científico o de nuevo punto de vista a lo que ya había publicado. En base a ello y habiendo consultado prácticamente toda su bibliografía, destaco sus últimos compendios relativos a astrolabios porque ofrecen casi toda la información previa organizada y optimizada:

- *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, publicado en 2005 y en el que se incluye información sobre todos los astrolabios andalusíes estudiados en la tesis, algunos con un interesante nivel de detalle y otros sólo incorporados a su listado de instrumentos.
- *Astrolabes from Medieval Europe*, un compendio de artículos publicados con anterioridad que vio la luz en 2011 y en el que se incluye información sobre los astrolabios atribuidos a los reinos cristianos estudiados en la tesis, algunos estudiados en profundidad y otros sólo registrados en el listado habitual.

David A. King es un apasionado de la cultura islámica y su inicial campo de investigación fueron los textos sobre astronomía y matemáticas del Egipto medieval cuyo estudio le llevó pronto a encontrarse con los instrumentos y a apostar claramente por ellos, algo poco frecuente en los historiadores de la ciencia que enfocan su actividad en los textos. Su reconocimiento internacional le llevó a ser requerido por particulares y museos como experto en transacciones de compra y venta de astrolabios acercándole al complejo mundo de las colecciones privadas. Son muchos los ejemplares que han salido a la luz y han sido publicados por primera vez por King y también hay un buen número que ha identificado como falsos. Es por ello que uno de los criterios que he aplicado para incorporar un astrolabio supuestamente medieval peninsular a mi catálogo ha sido que estuviera incluido en el listado de instrumentos históricos de King con un número identificativo ICN.

King inició en 1989 un proyecto destinado a catalogar los instrumentos científicos históricos, tanto islámicos como occidentales, a nivel mundial. Entre estos instrumentos están, por supuesto los astrolabios, pero no sólo ellos, sino también los cuadrantes, ecuadorios, nocturlabios, relojes solares y otros. El proyecto fue financiado hasta el año 2002 por varios organismos ligados a la Goethe Universität de Frankfurt donde King desarrolló su labor docente

e investigadora hasta su reciente jubilación. El objetivo inicial de publicar una especie de enciclopedia del astrolabio catalogando todos los conservados hasta hoy no se pudo completar, pero la gran mayoría de las publicaciones de King y sus discípulos han sido posibles gracias a este proyecto. Vale la pena resaltar que King centra su atención en los aspectos científicos de los instrumentos y sólo en algunos casos refiere aspectos culturales, estéticos o simbólicos, demandando de forma insistente la implicación de historiadores del arte en esta tarea.

Aunque la presencia de King en la historiografía dedicada a los astrolabios es casi hegemónica a partir de la década de los 70, vale la pena recoger ahora la inmensa aportación al conocimiento de la ciencia andalusí y sus “apéndices colaterales”, los astrolabios, de la escuela de historiadores de la ciencia asentada en Cataluña tras la estela del ya mencionado José M^a Millás Vallicrosa. Sus discípulos Juan Vernet, Julio Samsó, Mercé Viladrich, Emilia Calvo, Roser Puig, Miquel Forcada y otros, historiadores de la ciencia, arabistas y hebraístas, han estudiado los textos científicos andalusíes y los de los reinos cristianos medievales, proporcionando un discurso coherente y claro que ha sido aplaudido por la comunidad científica internacional. Si fijamos la atención exclusivamente en los astrolabios objeto de estudio en esta tesis, los títulos a destacar son:

- *Instrumentos astronómicos en la España medieval y su influencia en Europa. Catálogo de exposición en Santa Cruz de la Palma, junio-julio de 1985*, coordinado por Juan Vernet y Julio Samsó. Esta fue la primera exposición monográfica de esta temática realizada en España y se organizó en la isla de la Palma (Canarias) con motivo de la inauguración del Observatorio Astronómico del Roque de los Muchachos, uno de los más importantes del mundo. Además de las fichas catalográficas de las importantes piezas que se desplazaron a Santa Cruz de la Palma, merece destacarse el artículo de Mercé Viladrich “El astrolabio”, un texto claro y conciso para acercarse al conocimiento de este instrumento, y escrito en nuestra lengua.
- *El legado científico andalusí. Catálogo de la exposición del Museo Arqueológico de Madrid, Abril-Junio 1992*, coordinado por Juan Vernet y Julio Samsó. Tanto la exposición como su catálogo publicado en 1992 permitieron y permiten un acercamiento a la ciencia en al-Andalus con un rigor científico indudable pero al alcance de cualquier interesado en el tema. Artículos incluidos en el catálogo como “Astrolabios andalusíes” de Mercé Viladrich o “Instrumentos universales en al-Andalus” de Roser Puig destacan por su claridad, concreción y rigor.
- Tres obras esenciales, las tres firmadas por mujeres historiadoras de la ciencia y arabistas de la escuela de Barcelona, para conocer los tratados del astrolabio más importantes de los realizados en al-Andalus. En 1986 *El Kitāb al-‘Amal bi-l-aṣṭurlāb (Llibre de l’ús de l’Astrolabi) d’Ibn al-Samḥ* transcrito, traducido y estudiado por Mercé Viladrich, en 1987 *Los tratados de construcción y uso de la azafea de Azarquiel* de Roser Puig y en 1993 *Risālat al-safīha al yāmia li-yāmi al-urūd (Tratado sobre la Lámina General para todas las latitudes)* de Emilia Calvo. A partir de estos estudios se tuvieron que revisar publicaciones internacionales que habían soslayado su importancia posterior.

- Dos obras emblemáticas que, aunque tengan un alcance que va mucho más allá del conocimiento de los astrolabios en al-Andalus, son esenciales para contextualizar esa producción en todo el ecosistema científico que se desarrolló allí entre los siglos X y XV difundándose además a todo el occidente cristiano. La primera, la muy conocida obra de Juan Vernet *Lo que Europa debe al Islam de España* publicada en 1999, y la segunda *Las Ciencias de los Antiguos en al-Andalus* publicada en por primera vez en 1992 pero de la que se abordó una segunda edición para actualizarla con un *corpus* de *addenda* y *corrigenda* firmados por el propio Samsó y Miquel Forcada y que vio la luz en 2011, configurándose como libro de lectura obligada para este campo de investigación.

Las obras consignadas no son sino una muestra de la enorme producción de artículos y libros de esta escuela de Barcelona que inició Millás Vallicrosa y cuya erudición seguimos disfrutando. No pueden olvidarse las relativas a la producción científica del *scriptorium* alfonsí con aportaciones de Juan Vernet, Julio Samsó, Mercé Viladrich y Mercé Comes junto a las relacionadas con el contexto cultural y científico del reinado de Pedro IV de Aragón y sus hijos, apoyándose en las abundantes transcripciones de documentos conservados en el Archivo de la Corona de Aragón (ACA a partir de ahora) realizadas por Antoni Rubió i Lluc en 1908 y 1921. Las publicaciones no tienen al astrolabio como objetivo, ni siquiera hablan de él en muchos de los casos, pero proporcionan el contexto que permite ubicarlos.

Nombres que no se pueden soslayar por su enorme contribución al conocimiento de la cosmología y la astronomía medievales, necesarios para la contextualización de los astrolabios en el ecosistema científico del momento, son el británico John North (1934-2008) que ha publicado estudios relevantes tanto sobre la obra científica de Alfonso X como acerca de las tablas astronómicas en al-Andalus. Otro nombre a reseñar es George Saliba, profesor de ciencia islámica en la universidad de Columbia de Nueva York que, desde los años 80 del siglo XX hasta la actualidad, ha publicado textos que denotan un interés por situarse en los límites difusos entre ciencia, cultura y arte, aunque no centre su atención en los astrolabios. Y de reciente publicación la obra *Aspects of the Astrolabe. 'Architectonica ratio' in tenth and eleventh-century Europe*, firmada por Arianna Borrelli en 2008. El estudio ofrece una interesante reflexión sobre el papel transmisor de la abstracción matemática que jugó el astrolabio en los siglos X y XI y la autora hace gala de su doble formación en ciencias físicas y filosofía unida a su trabajo en el Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia, donde escribió este libro que fue su tesis doctoral. Aunque solo abarca los siglos X y XI, la producción de astrolabios en al-Andalus y los reinos cristianos hispanos de esos siglos son para Borrelli elementos clave para la gestación de su novedoso discurso. Afirma Borrelli, entre otras cosas, que “el astrolabio no sólo medía el tiempo y las distancias, sino que permitía concebir mentalmente que el tiempo y el espacio son mensurables...[.] Los astrolabios permitieron establecer modelos matemáticos y construcciones geométricas a partir de evidencias concretas”.⁵

⁵ BORRELLI (2008), p. 160.

Volviendo a las actividades puramente catalográficas, es justo resaltar el proyecto europeo EPACT “*Scientific instruments of Medieval and Renaissance Europe*”, activo entre 1998 y 2006, que reunió a cuatro museos europeos con importantes fondos de instrumentos científicos anteriores al año 1600 para elaborar un catálogo on-line con información y fotografías de esos objetos.⁶ Los cuatro museos participantes fueron: el Museo de Historia de la Ciencia de Oxford, el Museo Británico (Londres), el Museo de Historia de la Ciencia de Florencia y el Museo Boerhaave de Leiden (Holanda). El resultado es un catálogo *on-line* de 520 objetos de los que se ofrece información muy general, descriptiva, breve por la limitación de espacio y sin ninguna referencia a aspectos decorativos o culturales de cada instrumento. No obstante esas carencias, el proyecto es un paso en la buena dirección para el conocimiento de la instrumentación científica medieval y renacentista.

Los investigadores, no vinculados directamente a museos, que están abordando temas relativos a astrolabios en la Edad Media no superan la docena a nivel mundial y sus actividades en la última década se verán reflejadas en la publicación *Astrolabes in Medieval Cultures*, coordinado por Charles Burnett del Instituto Warburg y Josefina Rodríguez Arribas hoy en la universidad de Nuremberg. El texto, que ha sufrido importantes retrasos, incorporará nuevos datos sobre este campo de investigación y entre los capítulos que lo integran irá uno escrito por mí sobre el astrolabio de Petrus Raimundi, el único firmado y fechado de los realizados en los reinos cristianos hispanos y que, por supuesto, forma parte de esta tesis (ficha C13). Otro proyecto del que se espera desde hace dos años el libro final es el relativo a astrolabios y tratados sobre astrolabios escritos o con inscripciones en hebreo, el *Jewish Astrolabes Project* de la que es responsable la filóloga hebraísta Josefina Rodríguez Arribas.

Pero esta tesis no solo aborda la catalogación de los astrolabios medievales peninsulares sino también su contextualización social y cultural y su dimensión docente. En esas áreas han sido de especial relevancia las publicaciones de Guy Beaujouan sobre la enseñanza del Quadrivium, la escolástica y la ciencia en la Europa medieval, Jean Gimpel sobre la industria en la Edad Media o Étienne Gilson sobre la filosofía en el medievo, todas escritas en el último cuarto del siglo XX. Ya más cercanos en el tiempo y con un planteamiento más actual del estudio de la historia, destacan los textos de Sonja Brentjes, del Instituto Max Planck para la Historia de la Ciencia, sobre intercambios transculturales y lenguajes del mecenazgo, o los de Miguel Ángel Ladero y José Manuel Nieto Soria sobre poder político y sociedad en Castilla. Ninguna de estas obras menciona ni directa ni indirectamente los astrolabios pero su contenido permite establecer vínculos de relación y espacios de contextualización.

Atención especial han merecido los libros sobre metalurgia medieval y más concretamente sobre el latón, su producción y sus técnicas para abordar los aspectos relativos a la materialidad del astrolabio. Obra de referencia es *2000 Years of Zinc and Brass* publicado en 1998 por el Museo Británico y en el que se incluyen artículos que han sido esenciales para acometer la modelización de los talleres de astrolabios medievales, como “Brass in the Medieval Islamic

⁶ Proyecto de la Comisión Europea (Directorate Gral X/D/2) (<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact>).

World” firmado por Paul Craddock, Susan La Niece y Duncan Hook, o “Brass and Zinc in Europe from the Middle Ages until the Nineteenth Century” de Joan Day. Relevante es también el más reciente estudio publicado en 2006 por Brian Newbury “The Astrolabe Craftsmen of Lahore and Early Brass Metallurgy”. A pesar de la calidad de estas publicaciones queda aún mucho por investigar en el campo de la metalurgia y las técnicas de trabajo sobre latón. No se puede hablar de técnicas de trabajo sobre metal en el periodo medieval sin mencionar el tratado del siglo XII del monje Teófilo que se ha estudiado en profundidad en la edición crítica *On divers arts: the foremost medieval treatise on painting, glassmaking and metalwork* con traducción y anotaciones de John G. Hawthorne y Cyril Stanley Smith, publicada en Nueva York en 1979.

Contexto político, social y artístico se ha encontrado también en publicaciones de dos profesores e investigadores de la universidad Complutense de Madrid con los que he colaborado en los últimos dos años y de los que he recibido conocimientos y entusiasmo investigador. Primero Susana Calvo Capilla con sus estudios sobre el *maylis* del saber, asociado a espacios palatinos para el debate literario y científico, donde se reflexionaba, entre otras cosas, sobre el Universo y su abstracción geométrica y que ha plasmado en sus artículos “El arte de los reinos taifas: tradición y ruptura”, de 2011, “Ciencia y *adab* en el Islam. Los espacios palatinos dedicados al saber” de 2013, o “The Reuse of Classical Antiquity in the Palace of Madinat al-Zahra’ and its Role in the Construction of Caliphal Legitimacy” publicado en 2014. Y en paralelo, Juan Carlos Ruiz Souza con su propuesta para identificar espacios para la educación de príncipes o para el estudio de sabios en el palacio de los Leones, incluida en su artículo “El palacio de los Leones de la Alhambra: ¿Madrassa zawiya y tumba de Muhammad V? Estudio para un debate” publicado en 2001.

Para terminar, quiero destacar que el único libro en español dedicado al arte andalusí en el que he encontrado una mención a los astrolabios, poniéndolos en valor y acompañando el párrafo con una fotografía de la cara frontal de un astrolabio taifa es *El arte hispanomusulmán* de Antonio Momplet cuya primera edición vio la luz en 2004. Sirvan estas líneas para expresarle mi reconocimiento por esa mención y por dirigir esta tesis doctoral.

CAPITULO 2: UN ACERCAMIENTO AL ASTROLABIO

El astrolabio es una representación bidimensional de la esfera celeste, es una maqueta del universo a escala además de una calculadora analógica, la más antigua que se conoce. Es un instrumento de precisión cuyo uso principal fue astronómico pero cuya progresiva sofisticación le hizo servir para muchas otras funciones como el cálculo del tiempo, la determinación de direcciones geográficas o la medida de alturas y depresiones, de modo que se convirtió en un objeto suntuario demandado por los altos estamentos de la sociedad, como símbolo de estatus, de erudición o incluso de poder al ser imagen del Universo.

La instrumentación astronómica tiene origen helenístico, pero fue la extraordinaria capacidad creativa de los intelectuales, musulmanes, judíos y cristianos que convivieron en el *Dār al-Islām* y su interés por la ciencia práctica, la que llevó a una multiplicación de los tipos de instrumentos astronómicos y científicos en general, insospechable en el periodo clásico.⁷

Antes de adentrarnos en el viaje de acercamiento al astrolabio, hay que insistir en que la denominación correcta del tipo de astrolabio circular y plano que todo el mundo tiene en mente es “astrolabio planisférico” (*al-aṣṭurlāb mubattāḥ*) porque existieron otros dos tipos de astrolabios con formas completamente diferentes a esa durante la Edad Media. Se trata de los llamados “astrolabio lineal” y “astrolabio esférico” que se tratan más adelante (ver punto 2.4 y Fig. 2.4.a). El hecho de que no se haya conservado ningún astrolabio lineal y que sólo contemos con un astrolabio esférico, hecho en Siria a finales del siglo XV, ha llevado a simplificar la identificación de aquel cuyo diseño triunfó, el astrolabio planisférico, que ha pasado a denominarse simplemente “astrolabio” y así lo haremos a partir de ahora.

2.1.- EL ASTROLABIO: UN INSTRUMENTO ASTRONÓMICO

El término “astrolabio” (*al-aṣṭurlāb*) deriva del griego *astrolabon* (ἀστρολάβιον, de ἀστρο, astro y λαμβάνω, tomar, coger, encontrar) y aparece mencionado por primera vez en tres de las obras del astrónomo alejandrino Claudio Ptolomeo (100-170 d.C.), la *Mathematike Syntaxis*, que se conocerá con el nombre de *Almagesto*, (*al-Mayīstī*, el majestuoso), título que le dieron los traductores abasíes del siglo X, el *Tetrabiblos* y la *Geografía*.⁸ El *astrolabon organon* que se menciona en el *Almagesto* no es un astrolabio como hoy lo conocemos sino una esfera armilar y, más en concreto, los círculos de una esfera armilar.⁹ En su *Geografía* habla Ptolomeo de “instrumentos astrolábicos” y en ese término incluye esferas armilares y cualquier otro

⁷ CHARETTE (2003), pp. 4-5. El Tratado de Najm al-Dīn al-Miṣrī, escrito en el Cairo en ca.1330, recoge la descripción de más de 100 instrumentos matemáticos y astronómicos distintos.

⁸ MÍNGUEZ (1995), p. 17. Ptolomeo tituló su magna obra astronómica *Syntaxis Matemática*, pues la astronomía es una parte de las matemáticas. En la primera traducción de esta obra al árabe se le cambió el título por *al-Mayīstī*. (el majestuoso). Las posteriores traducciones al latín la identificaron ya como *Almagestum* que es como se la conoce hoy; D’HOLLANDER (1999), p. 17. Tradicionalmente se ha considerado que la primera traducción del *Almagesto* del griego al árabe fue de Ishāq ibn Hunayn pero la primera traducción la hizo al-Ḥayyāy ibn Yūsuf ibn Maṭar (activo 170H-218H/786-833) en 214H/829 durante el reinado del califa abasí al-Ma’mūn.

⁹ Imagen de una esfera armilar medieval en Whipple Museum of the History of Science (nº inv. 0336) <http://www.sites.hps.cam.ac.uk/whipple/explore/astronomy/armillarspheres/> .

instrumento que sirva para hacer mediciones geométricas en la esfera celeste. En su obra astrológica *Tetrabiblos*, habla de “relojes astrolábicos” capaces de medir correctamente el momento del nacimiento de una persona mediante observaciones del cielo y destaca las posibilidades de esos “relojes astrolábicos” frente a las limitaciones de los relojes de sol y de agua. Este instrumento que menciona Ptolomeo sí parece ser el astrolabio que conocemos pues insiste en que permite medir el grado del zodiaco y el tiempo con precisión de minutos y que todo astrólogo debe usar uno. En conclusión, de las tres obras en que Ptolomeo menciona la palabra *astrolabon*, es sólo en una, el *Tetrabiblos*, donde parece referirse al astrolabio, en los otros dos casos está hablando de una esfera armilar. Hay en general mucha ambigüedad en el uso de la palabra *astrolabon* en la literatura griega, tanto en Ptolomeo como en autores posteriores que escribieron en griego como Zeón de Alejandría (ca. 334-405) o Proclo de Atenas (ca. 410-485) que usaron el término para designar instrumentos con estructuras distintas al astrolabio. La literatura romana no se hizo mucho eco del astrolabio si excluimos a Vitruvio que contribuye también a la confusión terminológica al incluir en su obra *De architectura* (Lib. IX, Cap. VIII) la siguiente afirmación “*dicatur invenisse arachnen Eudoxus astrologus, nonnulli dicunt Apollonium*” (se dice que Eudoxo el astrólogo inventó la araña, otros dicen que fue Apolonio).¹⁰ Esta mención a la *araña*, la pieza frontal y más representativa de un astrolabio, hizo que algunos autores vincularan la invención del astrolabio con Eudoxo de Cnido, astrónomo del siglo IV a.C. o con Apolonio de Pérgamo, geómetra del siglo III a.C. Nada hace indicar que Vitruvio se refiriera a la *araña* de un astrolabio y de hecho en ese mismo capítulo de su Libro IX describe un *reloj anafórico*, otro tipo de instrumento astronómico en el que hay una pieza realizada con un tipo de proyección de los círculos horarios que bien puede recibir el nombre de *araña*.¹¹

En todo caso, no hay constancia de que la confusión terminológica se resolviera hasta la primera mitad del siglo VI y desde entonces el término “astrolabio” designó los instrumentos que hoy conocemos con tal nombre.¹²

El fundamento teórico del astrolabio es la *proyección estereográfica* de la bóveda celeste sobre el plano del ecuador, formulada y desarrollada matemática y geoméricamente por Hiparco de Nicea en el siglo II a.C. pero que este autor no materializó en ningún instrumento, ni el astrolabio ni ningún otro.¹³ Claudio Ptolomeo recogió ese texto de Hiparco en su obra *Planisphaerium* (ca. 150 d.C.) y en el Libro V de su *Almagesto*.¹⁴ Hay que esperar hasta el año 375 d.C. en que se documenta la elaboración de un *Tratado del Astrolabio*, que lamentablemente

¹⁰ ORTIZ Y SANZ (1787), p. 230. Eudoxo de Cnido (ca. 390-337 a.C.) fue discípulo de Platón. astrónomo y matemático. No se conserva ninguna de sus obras pero lo citan otros autores como Arato en su poema. Apolonio de Pérgamo (ca. 262-190 a.C.) fue geómetra y matemático, autor de la teoría de los epiciclos.

¹¹ MICHEL (1947), p. 6.

¹² Ver capítulo 8 sobre Tratados del Astrolabio y en concreto lo referente al tratado de Juan Philopon de Alejandría terminado en el año 550.

¹³ Todos los términos astronómicos y matemáticos que de forma esporádica aparecen en el texto se encuentran explicados en el Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

¹⁴ PTOLEMY (1982), pp. 143-144. En el comienzo del Libro V, Ptolomeo explica cómo se dibujan las curvas de la proyección estereográfica del astrolabio; BORRELLI (2008), p. 19; VILADRICH (1985), p. 27.

no ha llegado a nuestros días, en el que se describe el instrumento como hoy lo conocemos y se explican sus usos. Por eso la más antigua descripción de un astrolabio planisférico que conocemos es la incluida en el tratado de Juan Philopon de Alejandría, fechado en el año 550, donde además identifica once usos del astrolabio. Hacia el año 650, el obispo sirio Severus Sēbōjt escribió otro tratado del astrolabio donde lo describe y explica veinticinco usos del mismo. Todos los tratados del astrolabio posteriores tomarán estos como referencia (ver capítulo 8) y la tradición de escribir ese tipo de textos se mantendrá en la cultura bizantina, estableciendo el nexo de unión entre los orígenes helenísticos del astrolabio y su gran desarrollo en el mundo islámico.¹⁵

No nos ha llegado ningún astrolabio del periodo helenístico pero sí un sofisticado instrumento astronómico de bronce, realizado en Grecia en torno al siglo I d.C. que permite conjeturar que bien pudieron construirse también astrolabios pues había conocimientos y tecnología suficiente para hacerlos.¹⁶ No obstante lo anterior, la sofisticación del astrolabio, tal y como nos ha llegado, es islámica, está ligada al extraordinario desarrollo de la astronomía y las matemáticas en esa cultura, y al virtuosismo islámico en la técnicas de trabajo sobre metal, a su minuciosidad y su culto al detalle.

Es quizá este el momento de precisar que el uso del término “islámico”, tanto aplicado al astrolabio como a la astronomía o cualquier otra ciencia, indica simplemente que la información textual que lleva inscrita o grabada está en lengua árabe y que se elaboró en un territorio cuyo poder y administración civil eran islámicos. No hay en ello ninguna referencia a la religión del individuo o individuos involucrados en su elaboración pues ese es un detalle que, en la mayoría de los casos, se desconoce aunque, tradicionalmente, se suponga. El primer contraejemplo que encontramos, en el caso concreto que nos ocupa, es que el astrolabio islámico más antiguo que nos ha llegado claramente firmado y datado tiene todas sus inscripciones en árabe y se realizó en Bagdad el año 315H/927-28 por Naṣṭūlus, que era un cristiano nestoriano.

El proceso de helenización del Islam se aceleró a partir del año 749 con la llegada de los abasíes al poder. La corte de al-Mansūr (754-775) en Bagdad fue famosa por su clima intelectual, secularizado y tolerante. La traducción al árabe de los textos científicos en griego y sirio se inició bajo el califato de al-Mansūr, se incrementó con su hijo Hārūn al-Rashīd y llegó a su cenit con el hijo de Hārūn, al-Ma'mūn (r. 813-833) que fundó la Casa de la Sabiduría donde se centró la actividad traductora del griego al árabe y se generalizó la construcción de astrolabios.¹⁷ En el siglo VIII, tras la conquista islámica de Egipto, se había trasladado el centro académico y científico que fue Alejandría a Antioquía y después en el siglo IX a Harrán, ciudad populosa al noreste de Siria, donde se considera que tuvo lugar el encuentro de la intelectualidad islámica, sobre todo persa, con el astrolabio helenístico (ver capítulo 4, punto 4.3). Nos han llegado unos astrolabios sencillos y austeros, en grafía árabe, sin fecha ni firma, que se

¹⁵Ver capítulo 8 sobre Tratados del Astrolabio.

¹⁶ Se trata del conocido como *Mecanismo de Antikythera* del que se habla en detalle en el capítulo 4, punto 4.1.

¹⁷ LINDBERG (1992), pp. 168-169; NEUGEBAUER (1949), p. 242.

consideran realizados en los siglos VIII y IX y no se descarta que salieran de manos cristianas, monofisitas o nestorianas intelectualmente activas en Harrán. El biógrafo islámico Ibn al-Nadīm (m. 990) dice en su *Kitāb al-Fihrist* (ca. 987) “*Los astrolabios se hacían en la ciudad de Ḥarrān y desde allí se distribuyeron y su fabricación se incrementó y aparecieron nuevos fabricantes de astrolabios bajo el poder abasí desde el califato de al-Ma’mūn*”.¹⁸

El hecho de que el Islam sea la religión que más vinculadas tiene sus prácticas piadosas a fenómenos astronómicos y geográficos que el astrolabio ayudaba a resolver, lo convirtió en un instrumento al servicio del Islam, a modo de objeto “litúrgico” (subvirtiendo un poco el significado del término) y si eso se une a un atractivo diseño, una dimensión simbólica como imagen del Universo y la posibilidad de facilitar los cálculos necesarios para hacer predicciones astrológicas, se entiende su extraordinario desarrollo en la cultura islámica.

Todos los astrolabios realizados en territorio islámico están firmados y fechados (salvo escasas excepciones) pues el firmante de un astrolabio, *al-aṣṭurlābī* (el astrolabista), se hacía responsable de la precisión del instrumento y de su uso correcto.¹⁹ En un periodo como la Edad Media en el que los artífices de objetos materiales sólo firmaban sus obras en casos excepcionales, resulta interesante para el investigador trabajar con estos objetos cuidadosamente identificados. La situación cambia radicalmente cuando nos enfrentamos a astrolabios elaborados en la Europa cristiana, incluidos los reinos hispanos, en los que la firma y la fecha no aparecen durante el periodo medieval (salvo escasas excepciones) y se debe recurrir a la datación en base a aspectos formales y a cierta información geográfica o astronómica grabada en el propio astrolabio que, por ser muy similar en muchos de los ejemplares, conduce a atribuciones imprecisas.

Los astrolabios, tanto islámicos como posteriormente latinos y hebreos, sólo pueden usarse en los lugares cuya latitud sea una de las indicadas en el propio instrumento. Esta limitación intrínseca del astrolabio, relacionada con su diseño original helenístico, se convirtió en un reto para los astrónomos y matemáticos islámicos que se afanaron por contar con un “astrolabio universal” susceptible de utilizarse en todas las latitudes. La respuesta se encontró en al-Andalus con la invención de tres tipos distintos de astrolabios universales de los que se hablará mucho y en detalle más adelante.²⁰

Una de las características más destacables del astrolabio es que combina una parte “celeste”, la *araña*, que es un mapa estelar, con otras “terrestres”, las *láminas* que están ligadas al observador y la latitud en la que se encuentra. Como se hace girar la *araña* sobre las *láminas* en el proceso del uso del astrolabio, se simula el movimiento aparente de rotación de las estrellas

¹⁸ PINGREE (2009), p. XII.

¹⁹ Los astrolabios andalusíes del catálogo (capítulo 10) que están sin firmar son tres, (fichas A23, A26 y A30).

²⁰ Las tres soluciones son la *azafea* de Azarquiel (Toledo, s. XI), la *Lámina Universal* de Ibn Jalaf (Toledo, s. XI) y la *Lámina General para todas las latitudes* de Ibn Bāṣo (Granada, s. XIII). Ver capítulos 4, 8 y 10; En el siglo XIV se inventó en Siria otro astrolabio universal (*al-aṣṭurlāb al-muḡni*, el astrolabio que no necesita láminas) por Shihāb al-Dīn Aḥmad ibn Abī Bakr, conocido como ibn al-Sarrāy, un instrumento que conjuga lo mejor de las tres soluciones universales inventadas en al-Andalus [ver KING (2005i), pp. 694-700]; Un estudio sobre las referencias cruzadas entre astrolabios universales en ambos extremos del Mediterráneo en HERNÁNDEZ PÉREZ (2017c).

(de noche) y del sol (de día) a través del cielo y sobre el horizonte del observador y por eso el astrolabio es imagen no sólo del Universo sino de un universo dinámico, en movimiento.

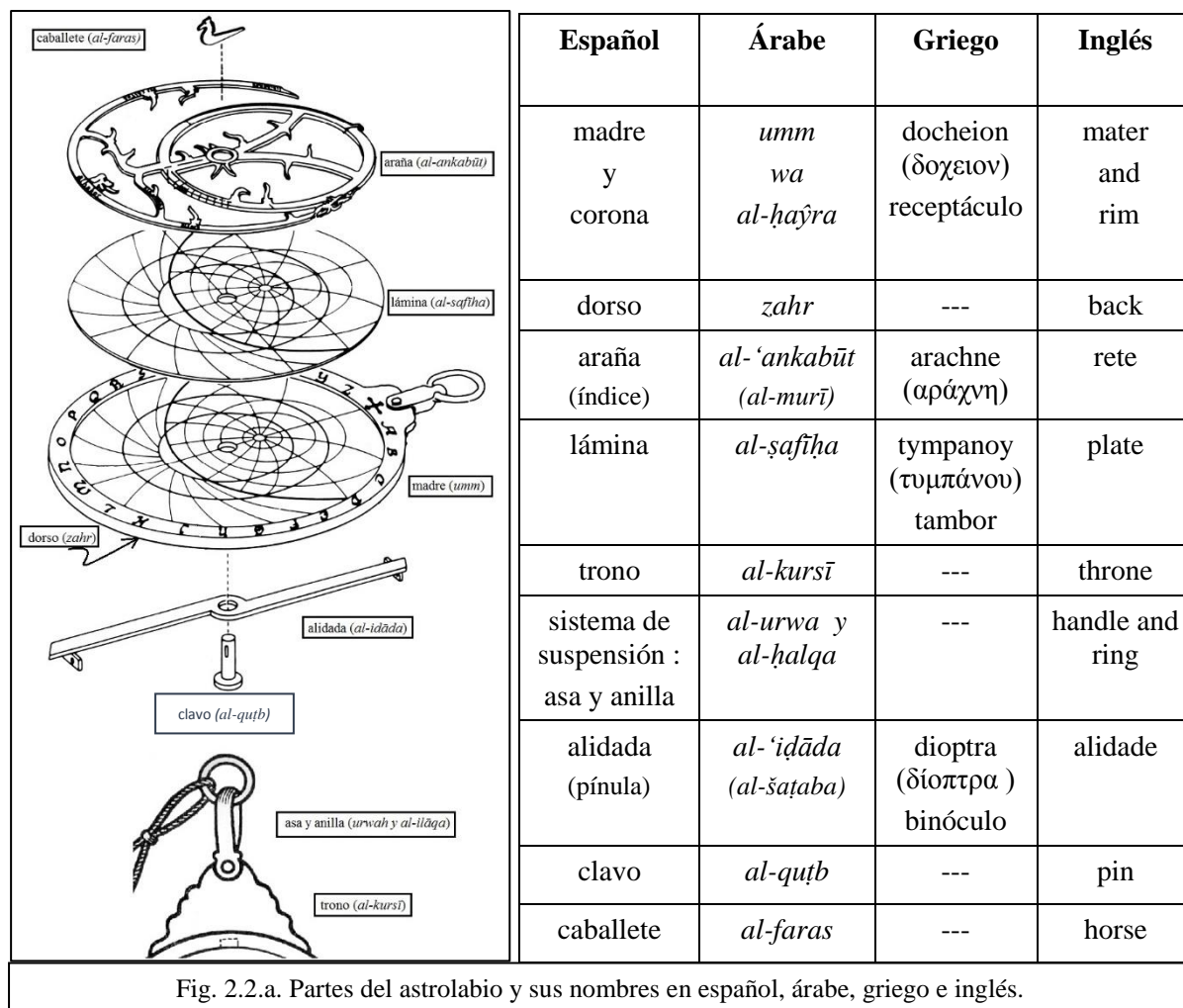


Fig. 2.2.a. Partes del astrolabio y sus nombres en español, árabe, griego e inglés.

Si nos circunscribimos a la aportación del astrolabio a la comunidad científica, los astrónomos y los matemáticos en concreto, compartimos la opinión de François Charette que afirma que el astrolabio fue un instrumento más de cálculo que de observación astronómica a pesar de que esté equipado con una *alidada* en su *dorso* para medir posiciones angulares de los objetos de la bóveda celeste. Medir para hacer avanzar la astronomía no fue su función primordial, para eso estaban los grandes instrumentos de los observatorios o los medios que se construían expreso cuando se financiaban campañas de observación. El astrolabio era sobre todo un apoyo visual a la transmisión del conocimiento astronómico y un instrumento que facilitaba los cálculos matemáticos sustituyendo las engorrosas fórmulas por soluciones gráficas.²¹ En el caso concreto de la ciencia islámica, los instrumentos astronómicos, y los

²¹ CHARETTE (2003), p. 4.

astrolabios entre ellos, siempre se consideraron una parte de la propia ciencia de la astronomía y así se recoge en los textos sobre clasificación de los saberes.²²

2.2.- PARTES DE UN ASTROLABIO

Un astrolabio consta de varias partes: *madre* (y *corona*), *dorso*, *láminas*, *araña*, *trono*, *alidada* y *sistema de suspensión*, ensambladas como recoge la Fig.2.2.a. que incluye los nombres de dichas partes y la tabla con los nombres en español, árabe, griego e inglés.²³ La *madre*, las *láminas*, la *araña* y la *alidada* tienen un orificio central por el que el pasa el vástago central, el *clavo*, que mantiene a todas las piezas unidas y permite el giro de unas partes sobre otras.

Hay muchos y muy buenos libros en los que se describe el astrolabio y sus partes, de forma más o menos detallada y siguiendo criterios distintos y complementarios (matemáticos, geométricos, descriptivos, evolutivos, de analogías y diferencias,...).²⁴ Mi propuesta es descriptivo-visual, sin desarrollos matemáticos y siguiendo el mismo orden y nomenclatura que aparece en las fichas del catálogo (capítulo 10).

2.2.1.- La *madre* y la *corona*

La *madre* de un astrolabio es una placa circular que lleva adherida una *corona* del grosor necesario para generar un habitáculo cilíndrico que aloja las *láminas* y la *araña*. Las *láminas* deben estar bien asentadas y sin moverse dentro de la *madre* y por eso está equipada con un orificio que aloja la pequeña lengüeta que tiene cada una de las *láminas* en su parte superior.²⁵

El fondo de la *madre* puede llevar grabado algún tipo de información astronómica o geográfica o bien estar en blanco. En el caso de los astrolabios estudiados lo más frecuente es que se grabe el mismo tipo de información que hay en una *lámina*, es decir las curvas de la proyección estereográfica para una determinada latitud y las de las horas desiguales [Fig.



Fig. 2.2.1.a. *Madre* y *corona* de un astrolabio andalusí (ficha A7). Fondo grabado con una lámina para Qulzum (Egipto) de latitud 28°20'.

²² CHARETTE (2003), p. 4. En la enciclopedia de la ciencia que escribió a finales del s. X el erudito Abū ‘Abd Allāh Muḥammad al-Jwārizmī *Mafātīḥ al-‘ulūm*, se considera la instrumentación astronómica como una subdivisión de la astronomía (*‘ilm al-nuḡūm*).

²³ PHILOPON (1981), pp. 26, 27 y 51. Nombres en griego de las partes del astrolabio.

²⁴ Descripciones claras y completas sobre todas las partes de un astrolabio sus elementos y el modo de usar cada parte (la lista no es exhaustiva) en HARTNER (1938), pp. 2530-2554; SAUNDERS (1984); MICHEL (1947), pp. 31-92; D’HOLLANDER (1999) pp. 59-62 y 67-158; WEBSTER (1998), pp. 29-35; NORTH (1974), pp. 96-106; PROCTOR (2005); En español: VILADRICH (1985), pp. 25-30; GARCÍA FRANCO (1945), pp. 49-129. Descripción muy detallada y orientada a la construcción de un astrolabio en MORRISON-J (2007) y www.astrolabes.org.

²⁵ En casos excepcionales las *láminas* pueden tener dos lengüetas, una superior y otra inferior.

2.2.1.a].²⁶ En algunos casos, la latitud que se representa en el fondo de la *madre* es de 66° que no corresponde a ningún lugar conocido en periodo medieval (corresponde al Círculo Polar Ártico) y responde al interés por realizar gráficamente cálculos astronómicos y matemáticos, en concreto para transformar el sistema de coordenadas celestes horizontales en eclípticas o en ecuatoriales y viceversa.²⁷ Por último, puede haber información para uso astrológico grabada en el fondo de la *madre*, como las casas astrológicas o las mansiones lunares de las que se habla más adelante.

La *corona* lleva una escala graduada en 360° grados en su parte frontal y en el caso de los astrolabios de los reinos cristianos hispanos lleva además, en algunos casos, la escala de las “horas iguales” en su contorno lateral exterior.²⁸ Un caso excepcional y único es el del único astrolabio cristiano hispano que está firmado (ficha C13) porque se ha grabado el nombre, ciudad y fecha de autoría en ese borde exterior de la *corona* [ver Fig. C13.a. en ficha C13].

2.2.2.- El *dorso*

El *dorso* del astrolabio es realmente el reverso de la *madre* y por ello muchos autores incorporan la información sobre su estructura al capítulo dedicado a la *madre*. Se justifica el presentarlo separado porque el *dorso* de los astrolabios andalusíes, los de los reinos hispanos cristianos y todos los europeos responden a un mismo modelo, diferente del de los astrolabios del Islam occidental. Por tanto el *dorso* se convierte en un elemento diferenciador e identificador con una enorme importancia en el estudio de la producción de astrolabios medieval.

Cualquier *dorso* de astrolabio tiene en su círculo más externo una escala circular graduada en grados sexagesimales [Fig.2.2.2.a., nº 5]. Lo más habitual es que los dos cuadrantes superiores presenten una escala de 0° a 90°, numerados de 5 en 5 grados, con el 0° situado en el diámetro horizontal del *dorso* y los 90° en extremo superior del diámetro vertical y que los dos cuadrantes inferiores incluyan una de las siguientes opciones:

- dos escalas de 0° a 90° como los cuadrantes superiores.
- dos escalas de cotangentes resultado de desplazar las escalas del *cuadrado de sombras* al anillo exterior del *dorso* del astrolabio para facilitar la realización de medidas topográficas, que es uno de los usos del astrolabio (sobre la escala de cotangentes, ver punto 4.5.2.9).

La mayoría de los astrolabios andalusíes ubican en la parte central superior de su *dorso* [Fig. 2.2.2.a, nº 4] la inscripción de autoría, aunque a partir del siglo XII, en los periodos almohade y nazarí, se pone de moda firmar en el reverso del *trono*.²⁹ Los astrolabios de los

²⁶ Los términos “proyección estereográfica” y “horas desiguales” están explicados en el Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁷ Sobre los sistemas de *coordenadas celestes* ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁸ El concepto de “horas iguales” está explicado en el Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁹ VILADRICH (1992), p. 63; Los astrolabios andalusíes con la inscripción de autoría en el reverso del trono son 9 almohades (A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22) y 4 nazaríes: (A24, A25, A33, A34).

reinos cristianos hispanos son anónimos, excepto uno (ficha C13) que, como se ha indicado, tiene la información de autoría grabada en el borde exterior de la *corona*.

El *calendario zodiacal* es el elemento identificativo de los *dorsos* de los astrolabios andalusíes y de todos los occidentales es decir, los hispanos y el resto de los europeos [Fig.2.2.2.a., nº 1].³⁰ Dicho *calendario zodiacal* está compuesto por dos escalas circulares, la más externa con los doce signos del zodiaco y la más interna con los doce meses del calendario juliano. El anillo de los meses puede ser concéntrico o excéntrico respecto al de los signos del zodiaco y cada astrolabio presenta una u otra opción pues son equivalentes entre sí y dan cuenta de la excentricidad de la eclíptica.³¹ La importancia de este calendario zodiacal es que permite establecer una correspondencia biunívoca entre cada fecha del año juliano y la longitud astronómica del sol, una de sus coordenadas más importantes, utilizando la *alidada* para establecer esa correspondencia de modo gráfico. Uno se puede preguntar por qué este *calendario zodiacal* está presente en todos los astrolabios andalusíes y los latinos de referente andalusí

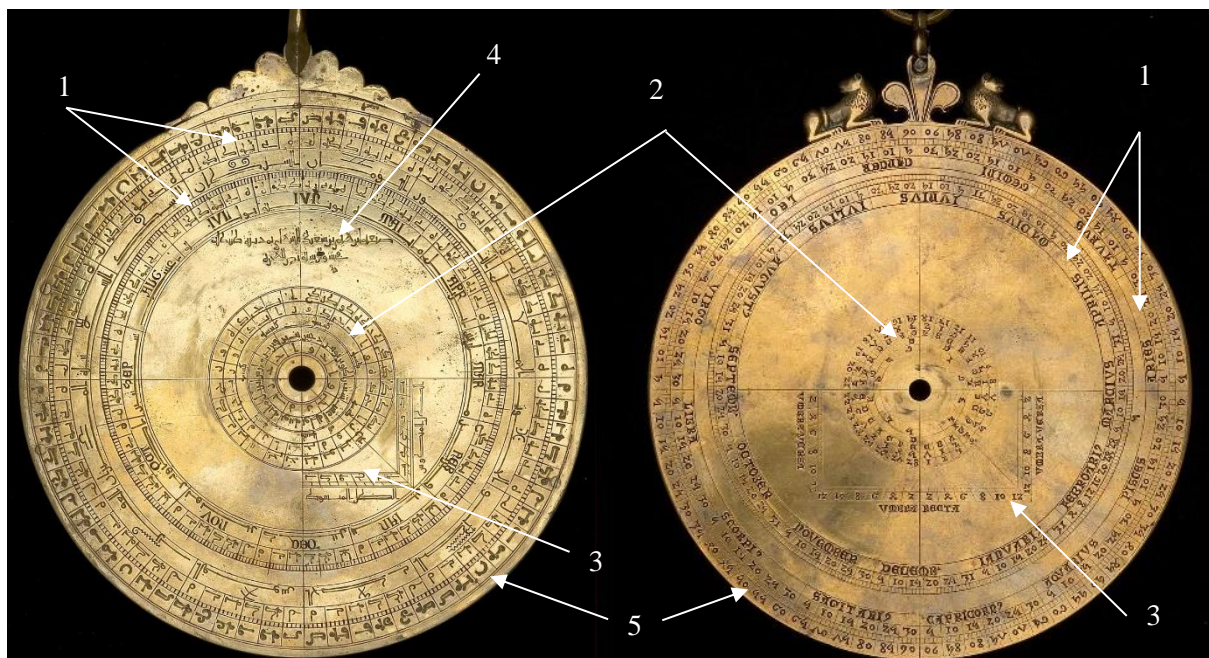


Fig.2.2.2.a. *Dorsos* de astrolabios. 1 = Calendario Zodiacal. 2 = Calendario perpetuo. 3= Cuadrado de sombras. 4= Inscripción de autoría. 5 = Escala exterior en grados; Izda: Astrolabio taifa (Toledo, s. XI) [ficha A7]. Dcha: Astrolabio atribuido a los reinos hispanos (ca. 1350-1450) [ficha C15]

desde sus inicios en el siglo X y no lo estuvo en astrolabios islámicos orientales, salvo algunas excepciones todas posteriores al siglo XIII.³² Julio Samsó plantea que esa pudo ser una aportación de la sociedad hispana pre-islámica cuando el astrolabio abasí llegó a al-Andalus en el siglo X pues los tratados de cómputo de tradición latino-visigoda explican el modo de medir

³⁰ MILLÁS (1949), pp. 115- 118.

³¹ WEBSTER (1998), p. 31. Si las escalas son concéntricas, las divisiones de los 365 días deben ser ligeramente irregulares debido a la órbita elíptica del giro de la tierra en torno al sol y a la necesidad de encajar los 365 días de la escala del año juliano con los 360° de la escala de los signos del zodiaco. Si las escalas son excéntricas, las divisiones de los 365 días del año juliano son iguales entre sí.

³² DIZER (2001), p. 258.

las longitudes del sol y la luna que son imprescindibles para levantar los calendarios litúrgicos que son lunisulares. Asimismo incluyen tablas y ruedas calendáricas que dan la posición del sol para cada mes del año y es posible que de ellas derive el *calendario zodiacal* de los astrolabios andalusíes.³³ David King empieza indicando que hay un referente abasí de esa doble escala circular en un instrumento, que no es un astrolabio pero es similar, realizado en Bagdad por Naṣṭūlus en *ca.* 900 y cuya finalidad era determinar la hora en función de la altura instantánea y la altura meridiana del sol por un procedimiento gráfico.³⁴ No obstante, King constata también que los calendarios solares civiles (cristiano, sirio, copto o iraní) aparecen en todos los astrolabios occidentales, islámicos y latinos, y de forma muy esporádica en alguno de los orientales.³⁵ Acepta, por tanto, el planteamiento de Samsó relativo a que la presencia del *calendario zodiacal* fue una contribución andalusí al astrolabio porque efectivamente había una tradición romana de cómputo ya preocupada por saber lo que se conoce como la longitud del sol en cada día del año. Considera que el medio de transmisión de esta iniciativa al Islam oriental fue el tratado del andalusí Abū al-Ṣalt compilado en torno al año 1000 y que escribió mientras estuvo prisionero en el Cairo (ver capítulo 8). En ese tratado se menciona el calendario sirio y el copto como una de las opciones que deben incorporarse al *dorso* de los astrolabios.³⁶

Los *calendarios zodiacales* ubicados en el *dorso* del astrolabio, con su doble escala circular, cada una dividida en doce partes (12 son los signos del zodiaco y 12 los meses del año), aparecen descritos además en los tratados del astrolabio andalusíes más antiguos que se conservan y no así en los tratados abasíes, omeyas o fatimíes del Islam oriental. Incorporar el *calendario zodiacal* al *dorso* de los astrolabios, de forma generalizada, fue una innovación andalusí y se le puede asignar además una dimensión cultural adicional pues sus escalas imbrican la tradición calendárica solar de la sociedad cristiana con la lunar musulmana y la zodiacal astronómica sirviendo de ejemplo, una vez más, de la multiculturalidad de la sociedad medieval en toda la península Ibérica.

La presencia del *calendario zodiacal*, con sus dos escalas circulares de los signos del zodiaco y los meses del año, en los astrolabios realizados en los reinos cristianos pudo servir de inspiración a representaciones calendáricas en manuscritos donde se hace referencia a la medida del tiempo como el “Calendario Astronómico del Martirologio de Suabia” fechado *ca.* 1180 que presenta una estructura de varios círculos concéntricos en uno de los cuales se representan los meses del año y en otro los signos del zodiaco, los calendarios que ilustran las “Muy Ricas Horas

³³ SAMSÓ (2011), pp. 33 y 456; SAMSÓ (1992), p. 956.

³⁴ KING (2008).

³⁵ KING (1983), p. 533. La presencia del calendario zodiacal sólo se da de forma generalizada en al-Andalus y esporádicamente en el Egipto copto. Sólo nos ha llegado un astrolabio con calendario copto en el *dorso* realizado en el Cairo por Hasan ibn Umar al-Naqqāsh en 681H/1282-83 y conservado en el Museo Türk ve Islâm Eserleri de Estambul.; KING (1999), p. 76. Hay certeza de que en el s. XIII se usaban en Egipto los calendarios copto e islámico lo cual justifica que se incorpore el calendario copto a los astrolabios; MILLÁS (1949), p. 118. El uso del calendario juliano, que es solar y no lunar como lo es el islámico, se generalizó en las actividades agrícolas en el territorio de al-Andalus; MICHEL (1947), p. 151. El calendario solar copto que se incorporó a algunos astrolabios constaba de 12 meses de 30 días cada uno más un periodo 5 días festivos.

³⁶ KING (2005a), p. 52.

del Duque de Berry” y el “Grand Kalendrier des Bergiers”. También pudieron inspirar la distribución semicircular de los signos del zodiaco en las arquivoltas de portadas como las de San Lázaro de Autun, la Magdalena de Vézelay o el Pórtico Real de Chartres.³⁷

Otro elemento presente en algunos astrolabios es el *calendario solar perpetuo* que consiste en un conjunto de círculos concéntricos distribuidos alrededor del orificio central del *dorso* [Fig.2.2.2.a., nº 2]. Este sistema permite conocer el día de la semana en que comienza el año juliano, es decir, el día de la semana en que cae el 1 de enero de cada uno de los 28 años que conforman un ciclo solar.³⁸ En el catálogo que se presenta en el capítulo 10, se constata que incorporan este calendario solar perpetuo un total de 8 astrolabios andalusíes, un 23% del total y uno de los cristianos hispanos, un 6% (ver punto 4.5.2.5) por lo que su implementación es ocasional.

También es esporádica la presencia en la parte central del *dorso* del denominado *doble cuadrante horario universal* formado por una gráfica dotada de 12 arcos circulares que corresponden a las 12 “horas desiguales” para cualquier latitud terrestre.³⁹ Este elemento se inventó en Bagdad en el siglo IX para solucionar gráficamente y de forma aproximada el cálculo de la hora sabiendo la altitud solar en ese instante y la altitud meridiana. La gráfica permite la conversión, de forma sencilla, sin tener que consultar tablas o hacer complejos cálculos, de las “horas desiguales” en “horas iguales”, los dos tipos de “horas” que convivieron durante la Edad Media.⁴⁰



Fig. 2.2.2.b. Detalle del dorso del astrolabio de Petrus Raimundi (Barcelona, 1375) [ficha C13]. 1 = Doble cuadrante horario universal; 2 = Doble cuadrado de sombras.

El sistema funcionaba de manera razonable en las latitudes meridionales como la de Bagdad o incluso las de al-Andalus y los reinos cristianos hispanos, pero no servía más al norte aunque se grabaron estas curvas en astrolabios europeos, seguramente sin saber su utilidad.

Otro elemento identificativo de los *dorsos* de los astrolabios andalusíes e hispanos es el *cuadrado de sombras*, una doble escala altimétrica que permitía medir alturas de objetos lejanos (montañas, murallas, etc.) o profundidades (pozos, barrancos, etc.). Está formado por una escala vertical (en árabe *al-zill al-mankūs*; en latín: *sombra/umbra versa*) y otra horizontal (en árabe *al-zill al-mabsūt*; en latín: *sombra/umbra recta*) [Fig. 2.2.2.a., nº 3 y 2.2.2.b., nº 2]. Cada una

³⁷ PÉREZ HIGUERA (1997), pp. 14 y 72.

³⁸ Sobre el concepto de “ciclo solar” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”

³⁹ Sobre los cuadrantes horarios universales, ver: KING (2005g); KING (2005j), pp. 169-179. El astrolabio más antiguo que tiene este tipo de cuadrante horario universal es el de Hāmid ibn ‘Alī al-Wāsiṭī fechado en 348H/959-60 (ICN #100) que desapareció del Museo Nazionale de Palermo; HARTNER (1938), p. 2550; El término “horas desiguales” está explicado en el Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

⁴⁰ HARTNER (1938), p. 2540; GARCÍA FRANCO (1945), pp. 83-85; Los dos tipos de “horas” están explicados en el Anexo 4 “Glosario de términos”.

de ellas está dividida en 12 partes iguales llamadas “dedos” (en árabe: *iṣba'*; *aṣābi'* [pl.]) o en 7 partes iguales llamadas “pies” (en árabe *qadam*, *aqdām* [pl.]). Siempre está situado en la mitad inferior del *dorso*. En algunos casos aparece duplicado y se le denomina *doble cuadrado de sombras* [Fig. 2.2.2.a., nº 3; el astrolabio de la izquierda tiene un *cuadrado de sombras* simple y el de la derecha un *doble cuadrado de sombras*].

Los astrolabios islámicos orientales más tempranos no implementaron el *cuadrado de sombras* aunque algunos incorporan su escala horizontal pues así se recoge en tratados del astrolabio tan relevantes como el de al-Fargānī o el de al-Jwārizmī.⁴¹ Sin embargo el *cuadrado de sombras* aparece detallado en el tratado del astrolabio del astrónomo egipcio Māšā'allāh (activo 770-820) que era conocido en al-Andalus desde la primera mitad del siglo IX y eso explica que se incluyera ya en los astrolabios andalusíes pero no en los orientales más tempranos.⁴² En todo caso, a partir del siglo IX se encuentran astrolabios islámicos orientales que implementan el *cuadrado de sombras*.

El origen del *cuadrado de sombras* es un instrumento que utilizaban los navegantes del océano Índico para medir la altura de la estrella Polar sobre el horizonte y así calcular la hora y el rumbo. El instrumento, llamado “kamal”, tenía forma rectangular y estaba graduado en *iṣba'* (“dedo”, equivalente a 1°37'), unidad lineal que se trasladó al *cuadrado de sombras* del *dorso* de los astrolabios.⁴³

Para terminar con el *dorso*, es preciso referir que en tres de los astrolabios andalusíes estudiados se ha encontrado una representación de las 28 mansiones lunares (*manāzil* en árabe) que, si bien podían usarse para predicciones astrológicas, su función original fue meramente astronómica. El concepto de “mansion lunar” procedía de la astronomía hindú y se basaba en que cada día la luna “descansa” en una mansión distinta hasta completar los 28 días del ciclo lunar.⁴⁴ Su presencia es testimonial en la producción andalusí que nos ha llegado.

2.2.3.- La araña

Es la parte frontal del astrolabio, la más visible y la que concentra los elementos decorativos, tanto en los astrolabios andalusíes como en los hispanos medievales, es una delicada pieza de orfebrería.

La *araña* es un mapa estelar en el que las estrellas se señalan mediante unos punteros que en los astrolabios de los siglos X y principios del XI eran muy sencillos, en forma de punta de flecha, pero que a partir de la segunda mitad del siglo XI ganaron en decorativismo.

⁴¹ KING (2005g). p. 251.

⁴² GIBBS y SALIBA (1984), p. 13.

⁴³ Sobre el “kamal” ver VERNET (1986), pp. 131-133 y VERNET (1978), pp. 352-355. En el tratado del astrolabio de Ibn al-Ṣaffār se establece la graduación de cada una de las sombras, la *recta* (función tangente) y la *versa* (función cotangente) en 12 *aṣābi'* (dedos) lo cual implica que el autor estaba pensando en un radio unidad de 144 partes (12x12). El uso del número 144 en matemáticas y astronomía es de origen babilónico.

⁴⁴ RIUS (2000), p. 231.

La *araña* se estructura con dos coronas, una cerrada más interior que representa la eclíptica⁴⁵ con los doce signos del zodiaco y otra abierta, en el borde exterior, que representa el círculo de Capricornio. La *banda equinoccial* cruza horizontalmente por su diámetro a la *araña*. Inicialmente fue una banda recta pero en al-Andalus y a partir del siglo XI se empezó a



Fig. 2.2.3.a. *Arañas* de astrolabio. 1= Anillo de la eclíptica con los 12 signos del zodiaco. 2 = Banda equinoccial con puntos de discontinuidad. 3 = Banda ecuatorial con punteros estelares. 4 = Punteros estelares zoomorfos en forma de ave y de formas geométricas. 5 = *Mudīr* (pomo para girar) y *murī* (índice marcador). 6 = Círculo de Capricornio. 7 = Círculo Polar.

Izda: Astrolabio taifa s. XI (ficha A7). Dcha: Astrolabio atribuido a reinos hispanos, s.XIV (ficha C15).

desplegar con varios puntos de discontinuidad, dotando a la *araña* de un diseño más dinámico y convirtiéndose en una de las señas de identidad de los astrolabios andalusíes y después de los hispanos medievales. Los elementos más identificativos de la *araña* son los punteros estelares que en número aproximado entre 20 y 25 y con formas diversas, mayoritariamente geométricas, indican las posiciones de las estrellas más visibles en la bóveda celeste [Fig. 2.2.3.a., nº 4].

El *círculo de Capricornio* es el anillo exterior que fija el límite de la bóveda celeste proyectado en la *araña* y además le da cohesión estructural [Fig. 2.2.3.a., nº 6]. No hay ninguna estrella en los punteros de una *araña* andalusí o de los reinos cristianos hispanos que esté ubicada al sur del círculo de Capricornio, todas son del hemisferio norte o de la banda entre el ecuador y el círculo de Capricornio. Este anillo estructural sirve de soporte a varios punteros, también a algunos de los *mudīr*, pequeños pomos que ayudan a efectuar el giro de la *araña* en torno a su centro [Fig. 2.2.3.a., nº 5] y por su parte superior está unido al anillo de la eclíptica mediante dos pequeños tirantes más o menos decorativos.

El *círculo Polar* es el anillo más interior, en torno al orificio central y representa el círculo Polar Ártico en cuyo centro se ubica la estrella Polar [Fig. 2.2.3.a., nº 7]. Sirve de soporte a un buen número de punteros y por él pasa la *banda equinoccial*.

⁴⁵ Ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

El *anillo de la eclíptica* es una banda circular dividida en 12 partes de 30° cada una que representan los 12 signos del zodiaco [Fig. 2.2.3.a. nº 1]. Cuenta con un índice marcador (*murī* en árabe) en su parte superior, en la posición del punto 0° Capricornio, que señala el giro en grados de la *araña* durante su uso [Fig. 2.2.3.a. nº 5]. Da soporte a varios punteros y está unida al *círculo de Capricornio* mediante la *banda equinoccial*, y unos pequeños tirantes a la altura de los signos de Piscis y Escorpio. En algunos casos tiene una banda de unión con el *círculo Polar* central que no es sino un fragmento de la banda solsticial que coincide con el diámetro vertical de la *araña*.

La *banda equinoccial* se ubica en el diámetro horizontal de la *araña* y se llama así porque une los puntos de la eclíptica que representan los dos equinoccios: el punto 0° de Aries del equinoccio de primavera y el punto 0° de Libra del equinoccio de otoño [Fig. 2.2.3.a., nº 2]. Juega también un papel de cohesión de una pieza como la *araña* que es estructuralmente frágil y sirve de soporte a varios punteros estelares. Esta *banda equinoccial* puede desplegarse sólo en el interior de la eclíptica o extenderse hasta el *círculo de Capricornio*, que es lo más habitual en los astrolabios andalusíes y de los reinos cristianos hispanos. La *banda equinoccial* puede ser recta de extremo a extremo, o presentar puntos de discontinuidad, como es el caso de las dos *arañas* de la Fig. 2.2.3.a. Los astrolabios abasíes y en general los más tempranos, apuestan por la *banda equinoccial* recta mientras que en al-Andalus y por ende en los reinos cristianos se prefiere la banda fragmentada de modo que esta característica se configura como seña de identidad de la producción de astrolabios medievales occidentales, cuando se carece de datos de autoría. En términos generales, a más puntos de discontinuidad más sofisticado es el diseño de la *araña* y por tanto más avanzado en el tiempo es el astrolabio.

Los *punteros estelares* son la razón de ser de la *araña* y toda su estructura se orienta a ubicar el mayor número de punteros en sus posiciones correctas según las reglas de la proyección estereográfica y de un modo tal que puedan marcarse bien sus coordenadas al posicionar la *araña* sobre una *lámina* [Fig. 2.2.3.a., nº 4]. Cada puntero lleva rotulado el nombre de la estrella que señala en la grafía y el idioma que corresponda y son esos nombres de estrellas los que ayudan a identificar el texto teórico que sirvió de fuente al diseñador del astrolabio. La forma de los punteros, geométricos, zoomorfos o fitomorfos, y los elementos decorativos que se incluyen en una *araña* son una seña de identidad del orfebre responsable de la ejecución material del diseño teórico del instrumento. De todos estos aspectos se tratará en detalle más adelante.

La *banda ecuatorial* se ubica en la parte inferior de la *araña*, entre el *anillo de la eclíptica* y el *círculo de Capricornio* [Fig. 2.2.3.a. nº 3] Sirve de soporte a varios *punteros* y suele ser una zona donde se ubican elementos decorativos.

El giro de la *araña* en torno a su orificio central por el que pasa el eje del astrolabio reproduce el giro aparente de la esfera celeste alrededor del polo norte celeste (en realidad lo que gira es la Tierra pero el efecto visual es el mismo) y ese giro permite el cálculo del tiempo.

2.2.4.- Las láminas

Las *láminas* son las partes más “terrestres” del astrolabio pues la información que llevan grabada está ligada a la latitud del lugar donde se va a usar cada una de ellas, frente a la *araña* que es la parte más “celeste” e independiente de la posición del observador.

Las *láminas* están situadas en la *madre*, bajo la *araña*, en número que oscila entre una y doce, y aunque, en realidad, no hay un límite para su número, no se han encontrado astrolabios con más de 12 *láminas* por incrementarse mucho su grosor y peso. Cada *lámina* está grabada por ambas caras y cada cara sirve para ser utilizada en una determinada latitud, identificada gracias a la inscripción que suele llevar en su centro indicando, como mínimo dicha latitud y en muchos casos los nombres de las ciudades en las que se puede usar. En caso de que no haya inscripción, el dato de la latitud se puede obtener de las curvas grabadas en ella.

Hay varios tipos de *láminas*: las de latitud, las astrológicas, las de horizontes y las universales, siendo las más frecuentes las de latitud.

Las *láminas de latitud* llevan grabadas, en su parte superior, las curvas almicantares y acimutales que conforman el sistema de coordenadas que permite ubicar los astros en la esfera celeste respecto del horizonte del observador y que resultan de realizar la proyección estereográfica de la esfera celeste sobre el plano del ecuador.⁴⁶

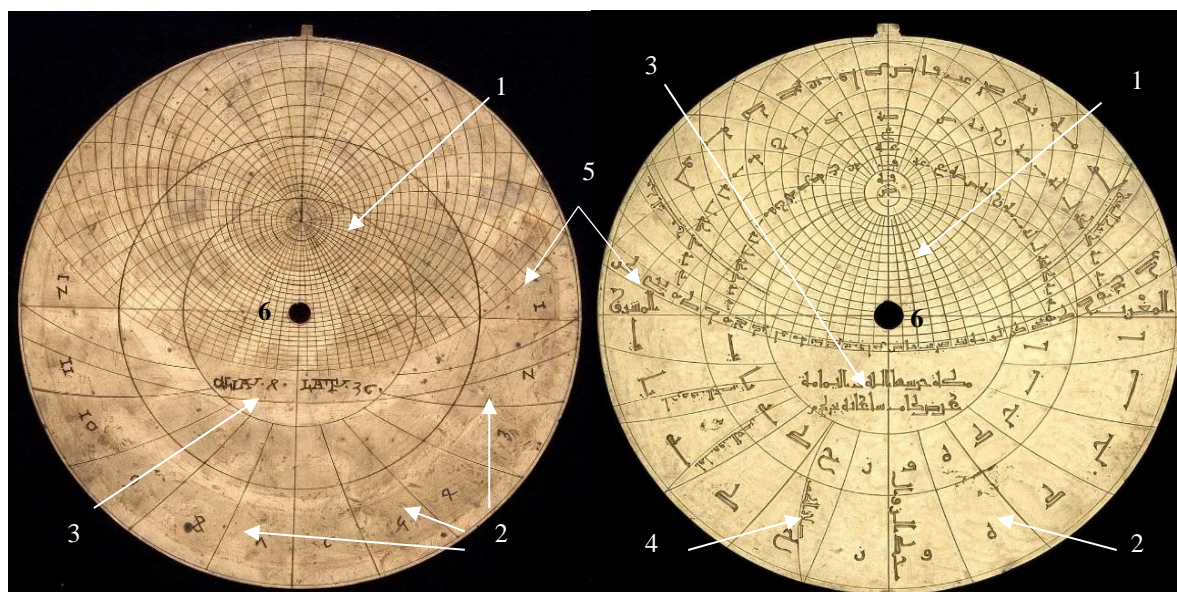


Fig. 2.2.4.a. Láminas de latitud. 1 = Curvas almicantares y azimutales. 2= Curvas de las *horas desiguales* rotuladas de 1 a 12. 3 = Inscripción central con dato de latitud. 4 = curva de la hora de oración *al-zuhr* en la hora 8ª. 5 = Línea de horizonte. 6 = Polo Norte. Izda: *lámina* de astrolabio latino hispano. Dcha: *lámina* de astrolabio andalusí.

En su parte inferior, llevan grabadas las curvas horarias de las *horas desiguales*, que permiten el cálculo del tiempo, una de las más importantes funciones del astrolabio. Adicionalmente, los astrolabios andalusíes añaden, intercaladas, las marcas de las horas de rezo

⁴⁶ Todos los términos astronómicos y matemáticos en el Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

de obligado cumplimiento para el musulmán. Se observa una gran diferencia de calidad en la elaboración de las *láminas* entre los astrolabios andalusíes y los de los reinos cristianos. Esta diferencia no sólo se evidencia en la calidad del grabado de las curvas sino en el exquisito cuidado con el que están rotulados los valores numéricos de cada una de las curvas, tanto las horarias y las del rezo islámico, como las del sistema de coordenadas [Fig. 2.2.4.a]. Parece que los comitentes andalusíes eran más exigentes en lo que respecta a la precisión y la inclusión de los valores numéricos, que facilitaban el uso correcto del instrumento.

Cada lámina lleva una pequeña lengüeta en su parte superior para introducirla en una ranura del interior de la *corona* adherida a la *madre* de modo que no se mueva en absoluto cuando la *araña* gire sobre ella.

Las *curvas almicanatares* se despliegan en la parte superior de la *lámina* en torno a una pequeña circunferencia que representa el zénit del cielo en la latitud correspondiente y la última curva, la de mayor radio, representa el horizonte en esa latitud. Entre ambas, se despliega el conjunto de curvas de igual altura angular respecto al horizonte, en mayor o menor número según los grados de separación entre dos curvas adyacentes. El valor más frecuente de separación entre almicanatares en los astrolabios estudiados es de 6° lo cual implica que se graban un total de 15 curvas ($15 \times 6^\circ = 90^\circ$ que es la altura angular entre el horizonte y el zénit).⁴⁷

Las *curvas azimutales o verticales* son el conjunto de curvas que parten del zénit y cortan a las almicanatares.⁴⁸ Representan las curvas de igual azimut y están normalmente separadas 10° por lo que hay un total de 36 curvas ($36 \times 10^\circ = 360^\circ$).

Las *horas desiguales*, en número de doce, están representadas en la mitad inferior de la *lámina* (una *hora desigual* es la duodécima parte del tiempo entre la salida y la puesta del sol y por tanto son distintas para cada día del año) y llevan rotulado el valor de cada hora, del 1 al 12.⁴⁹ En los astrolabios andalusíes, se graban, además, algunas o todas las horas canónicas de oración, habitualmente con un trazo distinto (en espina de pez, línea punteada,...). En cada una de las fichas de los astrolabios andalusíes estudiados se indica qué curvas de oración se han grabado y con qué nombre.

Para terminar la descripción de estas *láminas de latitud* indicar que llevan grabadas tres circunferencias concéntricas alrededor del orificio central. Representan el trópico de Cáncer (la más interior), el ecuador (la central) y el trópico de Capricornio (la más exterior), en el límite de la *lámina*. Estas tres circunferencias son en realidad las primeras que se sitúan al realizar una proyección estereográfica y marcan la referencia espacial para todas las demás curvas.

Otro tipo de *láminas* que pueden incluir los astrolabios son las llamadas *láminas astrológicas*, diseñadas para facilitar los cálculos astronómicos necesarios para su posterior uso astrológico (ver capítulo 4, punto 4.5.2.6 y Fig. 4.5.2.d.). En los astrolabios aquí estudiados,

⁴⁷ Sobre las curvas almicanatares ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

⁴⁸ Sobre las curvas azimutales ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

⁴⁹ Sobre las horas desiguales ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”. También BENNET (1987), p. 9 y GIMPEL (1975), p. 131.

contienen este tipo de *láminas* un 27% del total lo cual denota un interés relevante pero no mayoritario de este tipo concreto de uso. Se representan las 12 casas astrológicas (en árabe *buyūt*, plural de *bayt*, casa), habitualmente subdividida cada una en tres partes resultando en un total de 36 zonas desplegadas radialmente y de igual tamaño.⁵⁰

Aún más esporádica es la presencia en los astrolabios andalusíes y de los reinos cristianos hispanos de la *lámina de horizontes* (*al-ṣafīḥa al-āfāqiyya*), inventada en Bagdad por Ḥabash al-Ḥāsib (m. ca. 864).⁵¹ Este tipo de *lámina* sirve para calcular el orto y el ocaso de las estrellas que haya en la *araña* en diferentes latitudes y por eso se considera una primera aproximación al concepto de “astrolabio universal” tan perseguido por los astrónomos islámicos. De los astrolabios catalogados, sólo dos andalusíes, uno taifa y otro nazarí (fichas A8 y A32), llevan *lámina de horizontes* y de los atribuidos a reinos cristianos hispanos sólo uno (ficha C11).

La tipología de *lámina universal* susceptible de incorporarse a un astrolabio planisférico estándar fue inventada en la Granada nazarí en el año 673H/1274-1275 por Abū ‘Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāšo (m. 716H/1316-17) y se hace un estudio exhaustivo de la misma en el capítulo 8, punto 8.1.1. De los astrolabios catalogados la incorporan cinco nazaríes (fichas A28, A29, A30, A32 y A33).

2.2.5.- El trono y el sistema de suspensión

El *trono* es un apéndice rígido de la *madre* y su *corona* con un orificio en su parte superior para acoger al *sistema de suspensión* formado por el *asa* y la *anilla*, elementos esenciales puesto que el astrolabio se utiliza colgándolo de la mano en libertad para asegurar su perfecta verticalidad.

El *trono* se configura, mayoritariamente, como una extensión de la *madre* y la *corona*, es decir, de una sola pieza con ellas por lo que resulta visible en su perfil lateral la división entre ambas partes. La otra alternativa es la de un *trono* construido como pieza aislada y posteriormente soldada al aglomerado de la *madre* y la *corona*. [Fig. 2.2.5.a].



Fig. 2.2.4.b. *Lámina de horizontes*. Astrolabio de Aḥmad ibn ‘Alī al-Šarāfi. 729H/1328-1329 (ficha A32). Statens Sjöhistoriska Museum, Estocolmo (Suecia) (nº. inv. S-1565).

⁵⁰ KENNEDY (1996). El autor estudia 28 fuentes islámicas en las que se describen los hasta 9 modos distintos de calcular las casas astrológicas y en concreto los llamados *marākiz* (plural de *markaz*, centro) es decir los puntos en los que se inicia cada casa. El *markaz* de la casa 1 es el ascendente.

⁵¹ KING (2005a), p. 57; SAMSÓ (2011), p. 418.

Los *tronos* de los astrolabios andalusíes e hispanos son generalmente pequeños y sencillos, de forma triangular y borde lobulado aunque, progresivamente, fueron incorporando elementos decorativos de tipo geométrico o vegetal (ver capítulo 7, punto 7.1.4).



Fig.2.2.5.a. Izda: *Trono* en dos piezas adheridas, extensión de *madre* y *corona* respectivamente (astrolabio taifa del s. XI, ficha A11). Dcha: *Trono* de una sola pieza soldado a *madre* y *corona*. Sistema de suspensión con *asa* trilobulada y *anilla* circular (astrolabio Corona de Aragón, Barcelona 1375, ficha C13).

2.2.6.- La *alidada*

Es una regleta con orificio central y dos pínulas en sus extremos, que se ubica en el reverso del astrolabio y puede girar en torno al eje central del instrumento. En muchos casos la *alidada* está quebrada en el centro. Las pínulas cuentan con uno o dos orificios para establecer la alineación visual necesaria para medir la altura sobre el horizonte de un objeto celeste. La *alidada* es la parte del astrolabio que le dota de su carácter de instrumento observacional.

Se considera que el precedente de la *alidada* fue un instrumento griego denominado *dioptria* que se asociaba a la agrimensura, actividad esencial desde el punto de vista económico porque permitía determinar los lindes de cada propiedad y a partir de ahí establecer los impuestos o cualquier otra obligación o beneficio ligado a la posesión de terrenos.⁵²

2.3.- USOS Y APLICACIONES DEL ASTROLABIO

Al igual que ocurre con las descripciones sobre las partes del astrolabio, son muchos y buenos los libros que explican cómo se utiliza y qué usos se le dio en el periodo medieval.⁵³

De la importancia que tuvo el conocer el uso del astrolabio, por encima incluso de la comprensión de la estructura de sus partes, da fe que los tratados del astrolabio, los textos que acompañaron a los instrumentos desde su origen, se orientan sobre todo a detallar los usos, configurándose como precursores de los “manuales de instrucciones” del mundo contemporáneo (ver capítulo 8). De forma general, los usos del astrolabio descritos en estos tratados, incluyen:

- Cálculo del tiempo: i.e. cálculo de la hora tanto de día como de noche.
- Altimetría y planimetría: i.e. altura de una torre, anchura de un río, profundidad de un barranco o pozo.

⁵² HILL (1984), p. 120. En el tratado de agrimensura de Heron de Alejandría (mediados del s. I d.C.) se describe una *dioptria*.

⁵³ Ver nota al pie nº 24 (en punto 2.2) la que se indica bibliografía general sobre el astrolabio que incluye el modo de usarlo y además RODRÍGUEZ ARRIBAS (2013), pp. 265-268.

- Astronomía: i.e. posición del sol, las estrellas la luna y los planetas.
- Astrología: ⁵⁴ i.e. posición de los planetas en las casas astrológicas.

Las dos piezas móviles que tiene el astrolabio son la *araña* por su cara frontal y la *alidada* por el reverso y ambas pueden girar en torno a su centro. El giro de la *araña* reproduce el movimiento de rotación de las estrellas en torno al polo norte celeste (en realidad la que gira es la Tierra pero el efecto visual es equivalente). Bajo la *araña* debe colocarse, bien anclada, la *lámina* cuya latitud coincide con la del lugar de observación. El giro de la *araña* debe colocarla, respecto a la *corona* de la *madre*, en una posición concreta según el día y la hora y esos datos se obtienen con la *alidada*, alineando los orificios de sus pínulas con el objeto celeste cuya altura (ángulo sobre el horizonte) servirá de referencia. Con el astrolabio suspendido de la mano y en libertad se ajusta la *alidada* para que el objeto cuya altura se va a medir se vea a través de los orificios de las dos pínulas [Fig. 2.3.a]. Cuando esto ocurre, el triángulo formado por la altura del objeto y su distancia se reproduce a menor escala en el *cuadrado de sombras* puesto que comparten el mismo ángulo.⁵⁵

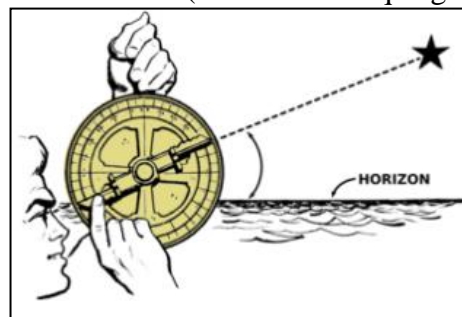


Fig. 2.3.a. Alineación de las pínulas de la *alidada* para la medida de la altura de un astro sobre el horizonte.

Las aplicaciones fundamentales del astrolabio derivan de que representa la situación de la esfera celeste, en cualquier momento del día o la noche, respecto al horizonte local.

Con los dos simples giros que se han indicado, el de la *alidada* y el de la *araña*, más toda la información grabada en el astrolabio se consiguió que este instrumento realizara medidas relativas al culto islámico, astronómicas, matemáticas, geográficas, topográficas y astrológicas sin necesidad de realizar ningún cálculo ni anterior ni posterior al propio uso del astrolabio. Esas funciones se podían ejecutar sin ese instrumento, pero entonces era necesario consultar las tablas incluidas en los *zīj*s, manuales de astronomía con extensos *corpus* de tablas para medida del tiempo y fijación de calendarios y hacer una serie de complejos cálculos que sólo estaban al alcance de los astrónomos y matemáticos. El astrolabio las resuelve sin hacer cálculos y de forma gráfica. Los tratados del astrolabio que se empezaron a imprimir en el siglo XVI incorporan grabados con escenas narrativas sintetizando los procedimientos de medida para

⁵⁴ BORRELLI (2008), p. 18. El uso de los términos “astronómico” y “astrológico” referido a los usos del astrolabio es confuso pues dos términos que hoy son incompatibles entre sí, representaban en la Edad Media dos aspectos de la filosofía natural.

⁵⁵ HILL (1984), p. 121. El ratio de la longitud *versus* altura del objeto a medir coincide con el ratio de los dos lados del *cuadrado de sombras* del astrolabio. Si se conoce uno de los dos datos de medida del objeto se obtiene inmediatamente el otro. Si no se conoce ninguno de los dos, entonces hay que tomar dos medidas desde dos distancias distintas al objeto para generar dos grupos de datos y como se conoce la distancia lineal entre los dos puntos donde se ha tomado la medida se resuelve el problema muy sencillamente. El *cuadrado de sombras* resuelve de forma similar la medida del ancho de un río o la distancia entre dos puntos separados por un obstáculo geográfico o constructivo.

acercarlos aún más a usuarios, cultos sin duda, pero no expertos en astronomía, como pudieron ser los arquitectos o los médicos [Fig. 2.3.b].⁵⁶

Detallando un poco más las aplicaciones del astrolabio, destacan:

- Aplicaciones de calendario y reloj:
 - establecimiento de la duración del día y la noche y medición de las horas (función de reloj, sobre todo nocturno, cuando los relojes de sol eran inútiles).
 - establecimiento del calendario de las estaciones (establecimiento de solsticios y equinoccios).
 - tiempo del crepúsculo matutino y vespertino.
- Aplicaciones relativas al culto islámico:
 - determinación de las cinco horas canónicas de oración.
 - determinación del comienzo y fin de los meses lunares y muy especialmente del mes de Ramadán.
 - determinación de la *qibla* (dirección de la ciudad de Meca) colocando el astrolabio en posición horizontal (lo habitual es que se trabaje con él en suspensión vertical).⁵⁷
- Aplicaciones topográficas [Fig. 2.3.b]:
 - medida de alturas de montañas y edificios.
 - medida de profundidad de depresiones y pozos.
 - distancia entre dos lugares.
 - anchura de un río o valle.
- Aplicaciones astronómicas:
 - determinación de la posición del sol y las estrellas respecto al horizonte local y respecto a la eclíptica.
 - conversión de coordenadas celestes.
 - determinación de la altitud meridiana del sol cada día del año (altitud del sol cuando cruza la línea meridiana del lugar de observación).
 - determinación de la altitud de cada una de las estrellas de la *araña*.
 - posición de la luna y los planetas usando las estrellas de la *araña* como referencia.
 - predicción de eclipses.
- Aplicaciones astrológicas:
 - posición de los planetas en las casas astrológicas para levantar horóscopos.
 - establecimiento del signo zodiacal y el ascendente para la elaboración de cartas natales.

⁵⁶ GIMPEL (1975), p. 108. Sobre la formación en astronomía que debían tener los arquitectos es relevante mencionar el comentario de Vitruvio en el Libro I del tratado *De Architectura* (Libro I, 1) en el que define así al arquitecto: “*Que sea instruido, capaz de manejar el lápiz, competente en geometría e historia, que se interese por las teorías filosóficas, por la música y algo por la medicina. Que tenga también conocimientos jurídicos y nociones de astronomía y astrología*”.

⁵⁷ VERNET (1978), p. 364. El astrolabio debidamente orientado y en sentido horizontal se utilizó reiteradamente para determinar el azimut de la *qibla* como lo prueban las muescas hechas por sus propietarios en algunos de ellos; GARCÍA FRANCO (1945), p. 172. Los propietarios musulmanes de astrolabios acostumbraban a hacer en la *corona* de la *madre* unas marcas para tener determinada, de una vez para siempre, la dirección de la *qibla* respecto al horizonte de ese lugar.

Las aplicaciones topográficas fueron de gran interés para la arquitectura y para la agrimensura. Actividades constructivas esenciales como la realización de canales de riego, de *qanāt* (galerías de circulación de agua) y sistemas de suministro de agua, entre otras, requerían de datos precisos de pendientes, dimensiones lineales, orientaciones y alzados. Pero también eran necesarios esos datos para la realización de cimentaciones de edificios y alineamiento de muros y columnatas.⁵⁸

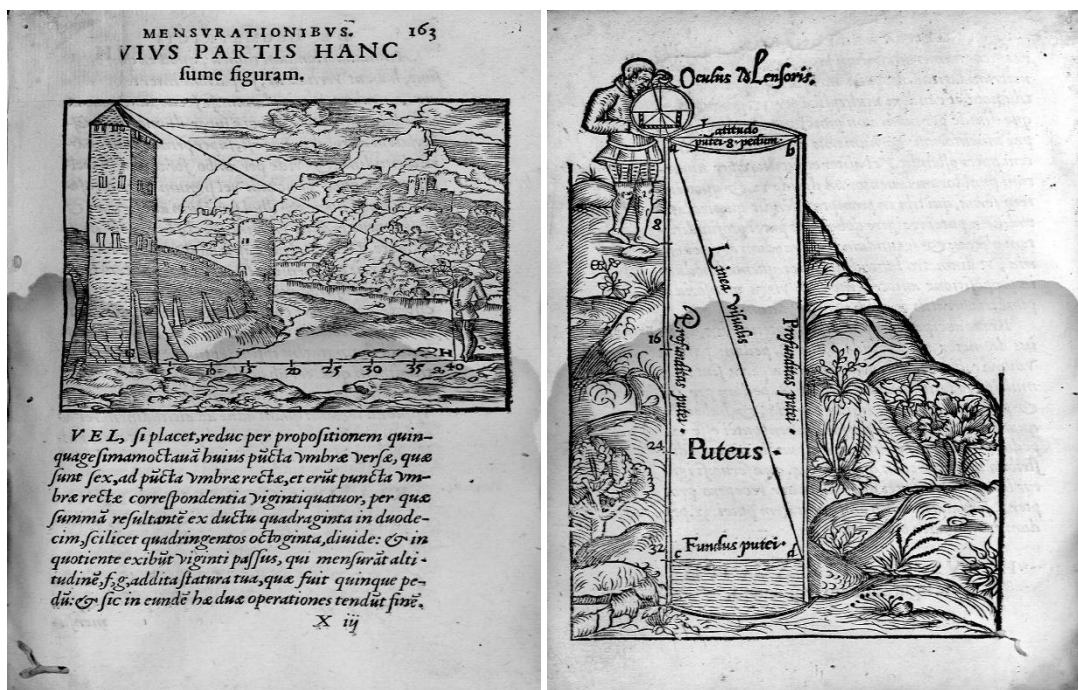


Fig. 2.3.b. Grabados sobre usos del astrolabio. *Elucidatio fabricae ususque astrolabii* de Johannes Stöffler (1512). Imprenta de Gulielmus Cavellat. 1553. Bayerische Staatsbibliothek, Res/Math. a. 229. 994842, pp. 163 y 172.

2.4.- OTROS ASTROLABIOS: LINEAL, ESFÉRICO Y NAÚTICO

Aunque el objetivo de este trabajo es el astrolabio planisférico, es pertinente presentar, de forma general, los otros tipos de astrolabios con los que convivió en el periodo medieval: el lineal, el esférico y ya muy a finales del siglo XV, el náutico.

No nos ha llegado ningún ejemplar de astrolabio lineal (*al-asturlāb al-jaffī* en árabe), y sólo lo conocemos gracias a los textos sobre su estructura y funcionamiento que nos han llegado y que permitieron al historiador de la ciencia francés y gran experto en astrolabios Henri Michel construir un modelo en 1943 que se conserva en el Museo de H^a de la Ciencia de Oxford. [Fig. 2.4.a.(Izda)]. El astrolabio lineal fue inventado por el matemático persa Šaraf al-Dīn al-Ṭūsī (m. 610H /1213) a finales del siglo XII y supone un mayor nivel de abstracción en la proyección de la esfera celeste que el astrolabio planisférico.⁵⁹ El astrolabio lineal es una línea meridiana representada por una vara graduada sobre la que se marca la posición del polo, los centros del ecuador, de los trópicos, de los paralelos, el zénit y las intersecciones de los almican-
tares con

⁵⁸ HILL (1984), p. 116.

⁵⁹ MICHEL (1947), pp. 21-22; DIZER (2001), p. 260.



Fig 2.4.a. (Izda) Réplica del astrolabio lineal de Šaraf al-Dīn al-Tūsī (s. XIII) en madera de ébano y marfil realizada por Henri Michel en 1943. Museo de Hª de la Ciencia de Oxford (nº inv. 51934)
(Dcha). Astrolabio esférico de Mūsā, Siria, 885H/1480-81. Museo de Hª de la Ciencia de Oxford (nº inv,49687).

dicha línea meridiana, completada con 3 hilos que permiten hacer las mediciones y los cálculos.⁶⁰ Por tanto, el instrumento carece de *araña*, no tiene representación de las estrellas y por ello tiene menos usos. Además del texto firmado por su inventor, nos ha llegado también la descripción del mismo que hizo Najm al-Dīn al-Mīṣrī en su tratado de instrumentos escrito en el Cairo en *ca.* 1330, aunque François Charette afirma que la descripción es ininteligible.⁶¹

En lo que respecta a al-Andalus, el astrónomo y geómetra Muhammad ibn Ridwān ibn Arqam al-Numayrī (m. 1259), natural de Guadix y *qāḍī* (magistrado = cadí) de Guadix y Purchena, escribió un tratado sobre el astrolabio lineal: *Risāla fī-l-aṣṭurlāb al-jaṭṭī wa-l-‘amal bi-hi* (“Epístola sobre el astrolabio lineal y su uso”).⁶² Por lo tanto, pudo haber algún astrolabio lineal en la Granada nazarí aunque no nos haya llegado y, en opinión de Julio Samsó, eso desmentiría el supuesto aislamiento de la ciencia nazarí sostenido por la historiografía.⁶³

Sólo nos ha llegado un astrolabio esférico (*al-aṣṭurlāb al-kurī* en árabe), firmado por Mūsā en el año 885H/1480-81 que se considera realizado en Siria, por el tipo de grafía que tiene y se conserva en el Museo de Historia de la Ciencia de Oxford [Fig. 2.4.a (Dcha)]. Nos han llegado varios tratados del astrolabio esférico fechados entre los siglos IX y XIII, el más antiguo el del astrónomo persa Ḥabash al-Ḥāsib (activo *ca.* 825-870). Este tipo de astrolabio es el que tiene menor nivel de abstracción si se compara con el astrolabio planisférico o el lineal, pues consta de una esfera, representación de la esfera celeste, dividida en dos hemisferios por un círculo que representa el horizonte de cualquier localidad. El hemisferio norte lleva marcados los círculos almicantares y los azimutales mientras que el hemisferio sur lleva marcadas las horas. Esta

⁶⁰ MICHEL (1943); KING (2005a), pp. 69-70; Una detallada descripción del astrolabio lineal y su funcionamiento en D’HOLLANDER (1999), pp. 205-211 y MICHEL (1947), pp. 115-122.

⁶¹ CHARETTE (2003), p. 62.

⁶² PUIG (1983); PUIG (2009); SAMSÓ (2011), p. 416; VERNET (1986), p. 118.

⁶³ SAMSÓ (2011), p. 416.

esfera está circundada por una *araña* con punteros estelares y la eclíptica con los signos del zodiaco.⁶⁴ El astrolabio esférico se puede considerar como una variante del globo celeste completado con una *araña* que gira.

Nos han llegado varias versiones en árabe de tratados del astrolabio esférico, señal de que tuvo más éxito que el astrolabio lineal aunque no comparable al del astrolabio planisférico. También lo describe Najm al-Dīn al-Mīṣrī en su tratado de instrumentos escrito en el Cairo en *ca.* 1330, y en este caso dice François Charette que la descripción es clara aunque escasa y sin abordar su forma de uso.⁶⁵ Se conserva un texto en latín con los usos del astrolabio esférico en el manuscrito misceláneo que recoge las primeras traducciones de textos del astrolabio del árabe al latín, el manuscrito Ripoll Ms 225 del Archivo de la Corona de Aragón.⁶⁶ Contamos además con un tratado del astrolabio esférico en castellano, el *Libro del Astrolabio Redondo* escrito por Rabbi Iṣḥāq ben Sīd (Rabiḡag de Toledo), en el *scriptorium* de Alfonso X el Sabio en 1278 (ver capítulo 8, punto 8.1.2).⁶⁷

Y para terminar, el astrolabio náutico, una simplificación del *dorso* de un astrolabio planisférico que se inventó a finales del siglo XV cuando los inicios de la navegación oceánica reclamaron instrumentación específicamente diseñada para el arte de navegar. El astrolabio náutico consta de una gruesa *corona* circular graduada en grados y una *alidada* con sus pínulas que puede girar en torno a ella para medir la altitud de un objeto celeste sobre el horizonte mediante la alineación visual.⁶⁸ Se atribuye al astrónomo salmantino Abraham Zacut la participación, cuando vivió en Portugal, en la invención del astrolabio náutico. Nos han llegado un buen número de ejemplares de este tipo de astrolabios, sobre todo fechados en el siglo XVI. Pronto fue superado por otros instrumentos como los sextantes, preferidos por los navegantes.

⁶⁴ KING (1987c), p. 124; KING (2005a), p. 68; Una buena descripción del astrolabio esférico y sus usos en D'HOLLANDER (1999), pp. 62-66; MADDISON (1969) p. 9

⁶⁵ CHARETTE (2003), p. 62.

⁶⁶ Se estudia con detalle este manuscrito en el capítulo 8, punto 8.1.2.

⁶⁷ La extensa bibliografía sobre esta obra y todas las demás relativas a astrolabios compuestas en el *scriptorium* de Alfonso X se detalla en el punto 8.1.2.

⁶⁸ Mucho hay publicado sobre la forma y el funcionamiento del astrolabio náutico. A destacar: D'HOLLANDER (1999), pp. 317-360 y MICHEL (1967), p. 60.

CAPÍTULO 3: TALLERES DE ASTROLABIOS

3.1.- EL ASTROLABIO EN SU MATERIALIDAD

Abordar la materialidad del astrolabio implica comenzar por conocer sus dimensiones y peso, el tipo de material del que están realizados y su comportamiento frente a parámetros cambiantes de temperatura, presión o humedad. También debería conocerse si estuvo sometido a agresiones medioambientales, como atmósferas ácidas, inmersión en líquidos o cualquier otra situación que pudiera haber afectado a la materialidad del objeto.

Todos los astrolabios son de forma circular con un sistema de suspensión en su parte superior como ya se ha descrito en detalle en el capítulo 2. En cuanto a su tamaño, aunque hay excepciones (astrolabios muy pequeños, de 5 cm de diámetro o muy grandes, de hasta 2 metros de diámetro), su diámetro oscila entre los 10 cm y los 30 cm y su peso entre 500 gramos y 2 Kg.⁶⁹ Son objetos concebidos y ejecutados para usarse en suspensión, colgados del dedo pulgar de la mano y haciendo sentir su peso tanto en su fase de uso como cuando se transportaban de un lugar a otro, que nacieron como objetos portables. En el catálogo se incluyen las dimensiones (diámetro, longitud máxima, grosor y peso) de todos los astrolabios y, en el caso de los 33 astrolabios que se han podido estudiar *in situ* desmontando y midiendo todas sus partes, se incluyen en las fichas dimensiones y peso de cada una de sus piezas. El gran volumen de información sobre las características físicas de los astrolabios medievales españoles que se recoge en el catálogo permitirá la realización de estudios en el futuro que permitan explicar las diferencias y analogías identificadas.

Aunque están documentados astrolabios de oro y plata, todos los astrolabios medievales que nos han llegado son de latón, aleación de cobre y zinc con una característica fundamental que la hace atractiva para la fabricación de objetos decorativos: tiene un aspecto y brillo similar al del oro con un bajo precio.⁷⁰ El latón es una aleación metálica resistente a la oxidación y a la corrosión por las aguas saladas lo que ha facilitado la conservación de tantos astrolabios hasta nuestros días. Tiene un bajo coeficiente de dilatación lo cual permite mantener la exactitud de las medidas del astrolabio en condiciones térmicas distintas y permite ser grabado con facilidad, algo necesario para asegurar la precisión de las líneas y escalas graduadas que lleva.

El latón se usó desde el siglo VI a.C. y se valoró por su maleabilidad y ductilidad que permite laminarlo muy fácilmente. Precisamente es la técnica de la laminación por martillado la más utilizada para dar forma a las distintas partes del astrolabio exceptuando la *corona* y el *trono* que suelen ser realizados a molde, como se detallará más adelante. La presencia de plomo entre los metales que componen los latones medievales, facilita el uso de la técnica de fundido

⁶⁹ KING (2004). King refiere que el astrolabio de menor diámetro que conoce tiene 4,9 cm y el mayor 2,15 m.

⁷⁰ TURNER (1985), p. 34. El inventario del rey Carlos V de Francia fechado en 1380 incluye 12 astrolabios de los que uno es de oro y dos de plata. Ninguno de los tres ha llegado a nuestros días.

y modelado de las piezas mediante un molde y se ha llegado a esa conclusión gracias a los resultados obtenidos en los análisis metálicos de muchos objetos de latón.⁷¹

El análisis de la composición metálica de la aleación utilizada para hacer cada una de las piezas de cada uno de los astrolabios medievales se identifica como una herramienta muy útil para conseguir dos objetivos:

- Identificar y descartar las falsificaciones si se detectan composiciones incompatibles con las técnicas de metalurgia medievales.
- Tipificar las líneas generales del proceso constructivo de cada astrolabio y de sus piezas.

De los 59 astrolabios del catálogo, sólo cinco han sido sometidos a análisis metálicos para conocer la composición del latón utilizado para su manufactura, tres andalusíes y dos de los reinos cristianos hispanos:

- Astrolabio de Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī conservado en el Museo Arqueológico Nacional (ver ficha A6 y en concreto su punto 5 con los resultados del análisis).⁷²
- Astrolabio de Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš conservado en el Germanisches Nationalmuseum de Núremberg (ver ficha A10 y en concreto su punto 5 con los resultados del análisis).⁷³
- Astrolabio de Muḥammad ibn Zāwal conservado en el Museo Arqueológico y Etnológico de Granada (ver ficha A34 y en concreto su punto 5 con los resultados del análisis).⁷⁴
- Astrolabio “Destombes”, el más antiguo de los astrolabios con inscripciones en latín, de autor anónimo y conservado en Instituto del Mundo Árabe de París (ver ficha C1 y en concreto su punto 5 con los resultados del análisis).⁷⁵
- Astrolabio de Petrus Raimundi conservado en el Museo de Bellas Artes de Boston (ver ficha C13 y en concreto su punto 5 con los resultados del análisis).⁷⁶

Los cinco han sido sometidos a la prueba más habitual que se realiza a una aleación metálica para conocer su composición: la fluorescencia por Rayos X (XRF = X-Ray Fluorescence). La fluorescencia por Rayos X es una prueba sencilla de ejecutar y de bajo coste que permite medir la composición metálica sólo en la superficie de la muestra y ha demostrado su eficacia en el estudio de aleaciones como el latón. Al medir sólo en superficie y no en el interior de la muestra, cualquier fenómeno de corrosión superficial o de suciedad puede distorsionar los resultados obtenidos con este método. La solución a este problema es limpiar

⁷¹ NEWBURY (2006), p. 205.

⁷² Mi agradecimiento al Dr. Ignacio Montero del CSIC por su generosidad en realizar este análisis de forma gratuita y por facilitarme el informe completo con los resultados del análisis. Gracias también a la Dra. Ángela Franco y a Isabel Arias del Museo Arqueológico Nacional por impulsar y facilitar la realización de las pruebas.

⁷³ Mi agradecimiento a Roland Schewe del Germanisches Nationalmuseum Nuremberg por facilitarme el informe completo de los análisis durante mi sesión de trabajo con el astrolabio.

⁷⁴ Estudio publicado en 1990 (ver MENDOZA EGUARAS (1990)).

⁷⁵ Estudio publicado en 1995 (ver GRATUZE y BARRANDON (1995)).

⁷⁶ Mi agradecimiento a Abigail Hykin (curator), Michele Derrick (associate research scientist) y Rebecca Tilles (curatorial research fellow) del Mº de Bellas Artes de Boston por facilitarme el informe completo de este análisis.

bien la superficie con sustancias neutras que no contaminen los resultados y hacer las medidas en varias partes del objeto para minimizar los errores.⁷⁷

En el caso del astrolabio “Destombes” y debido a las dudas sobre su autenticidad se decidió someterlo a una batería adicional de pruebas que no se quedaran sólo en el análisis de la superficie, sino que midieran la composición interior. Los análisis metalográficos tradicionales realizados por procesos químicos son destructivos y obligan a extraer muestras de las distintas partes del astrolabio. Este instrumento no tiene ninguna parte de la que se pueda extraer una muestra sin dañarlo y por tanto se descartaron. Los métodos más precisos para analizar aleaciones en profundidad son los análisis nucleares realizados en un sincrotrón, que no alteran la materialidad del astrolabio y esos fueron los que se realizaron al astrolabio “Destombes” en el CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) en su centro de Orleans. Se le sometió a tres tipos de pruebas nucleares:⁷⁸

- Técnica PIXE: Proton Induced X-ray Emission (medida de la emisión de rayos X inducida por protones).
- Técnica PAA: Proton Activation Analysis (análisis mediante activación protónica).
- Técnica FNAA: Fast Neutron Activation Analysis (análisis mediante la activación de neutrones rápidos en un ciclotrón).

Los resultados obtenidos tras esta exhaustiva batería de pruebas permitieron confirmar la autenticidad del astrolabio y proponer una datación de finales del siglo X.

Otro tipo de pruebas destinadas a conocer el proceso de manufactura y no la composición del latón son las radiografías y los análisis al microscopio. Las radiografías permiten identificar las deformidades producidas por los martillazos, diferentes según la fuerza de cada golpe y confirman la manufactura manual frente a los laminados industriales que se manifiestan por superficies homogéneas.⁷⁹ La visión al microscopio permite ver las marcas dejadas por las herramientas que también deben ser heterogéneas en caso de ejecución manual. Hasta el momento no se conoce que se haya sometido a este tipo de pruebas a ningún astrolabio andalusí o hispano de los que integran este catálogo.

Los datos de los cinco astrolabios analizados no son suficientes para hacer ningún estudio estadístico sobre el estado de la metalurgia del latón en al-Andalus y/o los reinos cristianos hispanos. Cuando se consigan más análisis metálicos podrá plantearse ese estudio y este es el momento de felicitar a las cinco instituciones en las que se encuentran estos astrolabios por haber impulsado la realización de las pruebas y por compartir sus resultados. Esperemos que el ejemplo cunda y que los análisis metálicos sistemáticos que algunos museos han realizado sobre los objetos suntuarios metálicos de sus colecciones se extiendan también a los astrolabios medievales, asumiendo el riesgo de que algunos puedan desvelarse como posteriores en fecha e

⁷⁷ NOTIS y NEWBURY (2013). Interesante estudio comparando las técnicas por difracción de rayos X en sincrotrón y las de fluorescencia por rayos X realizadas a un conjunto de 40 astrolabios.

⁷⁸ GRATUZE y BARRANDON (1995), pp. 433-438.

⁷⁹ NEWBURY (2006), p. 209.

incluso falsos. En este sentido es muy loable la decisión, por ejemplo, del Museo Nacional Marítimo de Greenwich de incluir en su catálogo de astrolabios la identificación de aquellos que parecen falsos por sus características aunque esa iniciativa sería aún mejor si además se hubieran realizado análisis metálicos sobre ellos para contar con más argumentos.⁸⁰

Con el fin de poder contrastar los resultados obtenidos en los análisis de los cinco astrolabios del catálogo, se recogen todos en el Anexo 7 (además de estar incorporados cada uno en su ficha respectiva). Pocas conclusiones pueden sacarse de ellos, excepto la de confirmar que los cinco presentan en todas sus piezas latones compatibles con las técnicas metalúrgicas medievales en cuanto a su composición de zinc que es el parámetro “indicador” y que en todos los casos se trata de buenos latones. Pueden excluirse de esta afirmación algunas de las piezas más pequeñas y por tanto susceptibles de extraviarse, como la alidada, el clavo y el caballete que, en muchos casos, son adiciones contemporáneas y así lo refleja su analítica.

3.2.- PROCESO DE MANUFACTURA DE UN ASTROLABIO EN LA EDAD MEDIA

El estudio en profundidad del proceso creativo, intelectual, técnico y artístico que conlleva la realización material de un astrolabio medieval no se ha abordado hasta el momento por la escasez de datos objetivos.⁸¹ Se ha estudiado la fase de su concepción, de su diseño teórico, pero no el estudio integral de la manufactura de un objeto que requiere de conocimientos y habilidades muy diversas. El hecho de que los astrolabios islámicos, y entre ellos los andalusíes, estén firmados ha llevado a la historiografía a asignar al firmante la ejecución completa del objeto, desincentivando el estudio detallado del proceso constructivo en sí mismo con toda su complejidad y la potencial participación en él de varios sujetos con distinta formación.⁸²

El estudio de las fuentes escritas y la información que nos ofrecen los propios astrolabios conservados, invitan a proponer una primera identificación de los distintos perfiles profesionales necesarios para construir este instrumento científico complejo y con una notable dimensión estética y simbólica. Es preciso indicar que las fuentes escritas no suelen prestar atención a aspectos que hoy nos interesan relativos a la manufactura de cualquier tipo de objeto y por tanto hay que extraer detalles de diversos documentos para ir tejiendo un discurso que se presenta aquí como una primera aproximación al proceso constructivo de un astrolabio, desde su concepción teórica hasta dejarlo dispuesto para su utilización.

La construcción de instrumentos científicos requería del conocimiento de varias ciencias: geometría, astronomía, cronometría y geografía, pero también de artesanos de primer nivel que los construyeran.⁸³ Esos instrumentos fueron un reto para sus constructores porque debían

⁸⁰ VAN CLEEMPOEL (2005b), pp. 96-97.

⁸¹ Sobre manufactura de astrolabios en la Edad Media ver HERNÁNDEZ PÉREZ (2017e); Sobre manufactura de astrolabios de los siglos XVI a XVIII ver NEWBURY (2006) y GORDON, (1987).

⁸² Otro caso de objeto material medieval con firma de autor son los libros y el modelo de *scriptorium* medieval que plantea la historiografía incluye el concurso de copistas, correctores, rubricadores, iluminadores y encuadernadores además de la financiación de un promotor que cubriera el importante coste de un rebaño de ovejas para el pergamino y piel de ciervo, corzo, jabalí o gamo para la encuadernación [ref. LECLERCQ (1961), pp. 122-123].

⁸³ TURNER (1985), p. 20. Nos ha llegado un astrolabio (ICN #18) cuya inscripción de autoría indica todos los que han participado en su construcción: “Realizado por Muḥammad Muqīm al-Yazdī bajo la supervisión de Muḥammad

combinar función y estética, subordinando siempre la estética a la funcionalidad. Un astrolabio no sólo atrae por sus decoraciones sino también por su geometría, por sus proporciones. Cada curva tiene un propósito y debe estar en su sitio, no hay margen de error.

La más antigua referencia escrita al proceso de construcción de un astrolabio en metal se debe a Sinesio de Cirene (ca. 370-413) quien durante su embajada en Constantinopla (399-402), regaló a Peonio de Constantinopla, un militar de alto nivel en la corte del emperador de Bizancio, un instrumento cuya descripción realiza en su *Carta a Peonio: Acerca del regalo* que ha llegado a nuestros días.⁸⁴ Dice Sinesio que el instrumento que le regala “*es obra de mi inteligencia según todos esos conocimientos que me facilitó mi veneradísima maestra y de las mejores manos, que entre nosotros se encuentran, para trabajar la plata*”.⁸⁵ Otro aspecto interesante del contenido la carta es que Sinesio se enorgullece de haber incorporado adornos al instrumento que no desdican de su valor científico. Así afirma que “*no consideramos contraria a la filosofía la presunción de introducir también algunos adornos, de hacer una obra de arte y culminar además la realización de hacer algo perfecto*”.⁸⁶ Este texto proporciona la primera referencia al proceso constructivo de un instrumento astronómico con clara separación entre la concepción teórica debida a un astrónomo y la ejecución material a cargo de un artesano del metal, un platero, un orfebre, así como del interés por dotarle de una dimensión estética.⁸⁷ En cuanto a las inscripciones que jalonan el instrumento, expone Sinesio que le hacen recordar a un libro “*también los números inscritos los hemos agrandado en adecuación a aquellas [líneas]. Además, en la plata del fondo el color negro hace que parezca un libro*”.⁸⁸

Es relevante señalar también que Sinesio firmó el instrumento que regaló a Peonio, reivindicando así su exclusiva autoría y relegando al platero al anonimato: “*hay un nombre, el que ha hecho el instrumento, es decir, yo mismo*”.⁸⁹ La tradición de firmar los astrolabios se mantendrá en todo el Islam, y por tanto en al-Andalus, por *al-asturlabī*, el astrolabista que tenía un reconocimiento social y se responsabilizaba de la calidad del objeto que firmaba.⁹⁰ Sin

Šāfi, astrónomo de Janābād y grabado por Faḍl Allāh al-Sabwārī en el año 1057H [1647-48]” Además se sabe que el astrolabio se hizo para Šāh Abbās II de Persia.

⁸⁴ Sobre Sinesio de Cirene, filósofo, astrónomo, matemático, diplomático y obispo de Ptolemaida y sobre su abundante correspondencia, ver LACOMBRADÉ (1951); SINESIO (1993), pp. 243-244; SINESIO (1995), p. 299. Carta CLIV; SYNESIOS (2000), pp. 301-305 y 423-432; ROQUES (1989), pp. 80-81; TERZAGHI (1944), pp. 132-142; MICHEL (1947), pp. 177-178.

⁸⁵ SINESIO (1993), pp. 243-244. La maestra a la que se refiere fue Hypatia de Alejandría (ca. 370- 416) que lo fue de filosofía, astronomía y matemáticas.

⁸⁶ SINESIO (1993), p. 245.

⁸⁷ LACOMBRADÉ (1951), p. 125. El instrumento que describe Sinesio no corresponde exactamente a lo que se conoce por astrolabio planisférico. En esos momentos no se había consolidado aún la forma final del astrolabio y se aplicaba el término a distintos instrumentos astronómicos, todos basados en la proyección estereográfica de Hiparco de Nicea; SINESIO (1993), p. 236. García Romero considera que el regalo fue un instrumento similar al que Vitruvio llama *horologium* construido con la proyección estereográfica del polo meridional, según los textos de Hiparco y que fueron las expertas manos de un libio las que lo grabaron en plata.

⁸⁸ SINESIO (1993), p. 246; FITZGERALD (1926), p. 264.

⁸⁹ PHILOPON (1981), p. 59.

⁹⁰ La octava epístola de la serie de 52 que componen la *Rasā'il Ijwān al-Šafā'* (Epístolas de los Hermanos de la Pureza) está dedicada a las artes manuales, a las artesanías, consideradas al mismo nivel que la geometría, la astronomía o la música (ver LEWIS (1943)); LEWIS (1937), p. 37. Aunque el estudio de Lewis no menciona al-Andalus es interesante su afirmación de que los gremios jugaron un importante papel y fueron inter-confesionales

embargo en los reinos cristianos occidentales no se implantará ese hábito hasta el Renacimiento salvo casos muy puntuales en el periodo bajomedieval.

3.2.1.- El inicio del proceso: diseño de un astrolabio

La búsqueda de los agentes que hacen posible el diseño de un astrolabio lleva indefectiblemente a los *Tratados del Astrolabio*, los textos donde se describen las distintas partes del objeto y todos sus usos pero en los que no se aborda su materialización en el sustrato metálico. Los textos no consignan en detalle aspectos tan relevantes como el diseño artístico de la pieza o las características materiales de la aleación de latón que lo conforma. Dan respuesta parcial, por tanto, al proceso constructivo del astrolabio.⁹¹

El más antiguo de los *Tratados del Astrolabio* que ha llegado a nuestros días es el que escribió Juan Philopon de Alejandría (ca. 490-570) entre el 520 y el 550.⁹² En el prólogo ya indica el autor que escribe su tratado del astrolabio para que lo comprendan incluso aquellos que no saben geometría pero quieran usar un astrolabio. La estructura del tratado confirma este objetivo pues el autor dedica dos capítulos a la descripción del instrumento y diez a sus diversos usos. El tratado de Philopon no menciona el material usado para hacer un astrolabio y emplea siempre el verbo “trazar” y no “grabar” cuando se refiere al conjunto de curvas que incorporan las láminas y otras partes del instrumento.⁹³ Será ya el *Tratado del Astrolabio Plano* (s. VII) de Severus Sēbōjt (m. 667), obispo de Quenserin (Siria), el que mencione el término “grabar” y el latón como material adecuado para realizar astrolabios, aunque tampoco explique cómo se construyen.⁹⁴

El primer *Tratado del Astrolabio* cuyo autor se plantea describir las partes del instrumento con el suficiente detalle cómo para permitir su construcción fue el *Kitāb al-Kāmil* de Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kaṭīr al-Fargānī escrito en 242H/856-57.⁹⁵ El estilo de escribir de al-Fargānī deja ver claramente que era un matemático y no un artífice de instrumentos. No se preocupa de la forma física de las partes, ni en cómo se ensamblan pero sí ofrece suficiente información teórica para que un erudito sea capaz de diseñar todas las partes del astrolabio y dibujar lo que entonces se denominaba sus “trazas”, lo que hoy llamamos los planos de las piezas de un instrumento. Este tratado de al-Fargānī fue uno de los que sirvió de referencia a los que se escribieron después tanto en al-Andalus como en el resto del Islam y en las posteriores traducciones al latín.⁹⁶ En el caso concreto de al-Andalus los tratados del astrolabio más importantes los escribieron Ibn al-Šaffār e Ibn al-Samḥ en el s. XI y, aunque contienen una parte

aceptando entre sus miembros, no sólo a musulmanes, sino también a cristianos y judíos. Eran organizaciones que iban más allá de la pura regulación de una actividad económica productiva y tenían unas fuertes raíces ideológicas, morales y éticas que estaban incluso por encima de los aspectos concretos del área profesional que coordinaban y controlaban.

⁹¹ Ver capítulo 8, punto 8.1 sobre Tratados del Astrolabio

⁹² PHILOPON (1981). Transcripción y traducción al francés del tratado completo.

⁹³ PHILOPON (1981), p. 50.

⁹⁴ NAU (1899), pp. 56-101 y 238-303; SALIBA (2001), p. 45. Considera que no hubo discontinuidad en los conocimientos artesanos necesarios para construir un astrolabio entre el mundo bizantino y el islámico.

⁹⁵ AL-FARGHĀNĪ (2005), pp. 111-391. Texto completo del tratado en árabe y en inglés.

⁹⁶ Ver capítulo 8, punto 8.1 sobre Tratados del Astrolabio.

dedicada a la construcción del astrolabio, su lectura confirma que los astrónomos y matemáticos que escribieron esos textos no lo hicieron pensando en que alguna de sus partes sirviera de guía a un platero para realizar un astrolabio en latón. Tampoco las traducciones de esos tratados del astrolabio al latín o a las lenguas vernáculas durante la Edad Media se escribieron para que un orfebre realizara la ejecución material de un astrolabio. Así, la primera traducción a lengua vernácula que se realizó en la Europa medieval fue al castellano, obra de Alfonso X el Sabio. Se trata del *Libro del Astrolabio Llano*, una de los dieciséis libros de los que consta la gran contribución alfonsí a la historia de la ciencia el *Libro del Saber de Astrología* que terminó en 1278 [Fig. 2]. Entresacando un párrafo al azar de este *Libro del Astrolabio Llano*, leemos:

*Pon la regla en el punto do se ayunta ell almocantarat de diez et ocho con el círculo de capricornio en la parte ponent...[...] et faras una sennal en el logar en que cae la regla del círculo de cancro en la parte de oriente...*⁹⁷

Este texto sería comprensible en la Edad Media para alguien formado en el *Quadrivium*, pero no para un orfebre formado en un taller. En esta misma línea argumental, merece destacarse el estudio realizado por George Saliba en 1999 sobre las relaciones que hubo en el Islam medieval entre matemáticos y artesanos. Considera Saliba que los arquitectos y los constructores de instrumentos astronómicos eran los artesanos candidatos a establecer conexiones con los matemáticos y hace una búsqueda de fuentes que informen de esos vínculos. Refiere la existencia de un texto escrito por el matemático y astrónomo Abu-l-Wafā al-Būzḡānī (m. 940) que indica qué debe saber de geometría un artesano (*al-ṣānī*). Lamentablemente ese texto sólo se ha editado al árabe hasta el momento y es desconocido para la mayor parte de la historiografía occidental. Nos lleva Saliba a adentrarnos en la autobiografía de un matemático y astrónomo de Bagdad, Ibrāhīm ibn Sinān (908-946), que describe de una manera muy clara las relaciones que tenía con el artesano que le estaba construyendo los instrumentos astronómicos. Ibrāhīm ibn Sinān escribió un libro sobre gnomons para relojes de sol y geometría esférica y nos dice:

“Se lo he pasado a uno de los artesanos (ba’ḍ al-ṣunnā’) en un lenguaje diferente del que he usado en mi propio libro. La razón para hacer esto es que el artesano nos estaba haciendo el anillo con el que hacemos las observaciones.[...] Me gusta este artesano y lo considero técnicamente inteligente (laṭīf al-ḥīla) en su trabajo. Por eso le dicté la descripción del instrumento indicándole como colocar un gnomon en una superficie esférica cuya sombra debe caer dentro de la superficie esférica durante el día entero, todos los días del año. Hice mi descripción para él de la manera en que pudiera ser comprendida por aquellos que trabajan con sus manos (al-ṣunnā’ al-laḍīna ya’malūn bi’l-yad)”.⁹⁸

Saliba afirma que hasta el momento no contamos con ninguna otra fuente que nos indique de forma tan clara como se establecía el traspaso de información entre un matemático y un artesano. Se hace evidente que había una barrera lingüística entre esas dos profesiones y por eso

⁹⁷ RICO Y SNOBAS (1863), Tomo II, p. 238.

⁹⁸ SALIBA (1999a), pp. 641-642.

el matemático debía esforzarse para hacerse comprender por el artesano, un hombre al que ibn Sinān describe como “*técnicamente inteligente (laṭīf al-ḥīla) en su trabajo*”. No se puede, por tanto, asumir que los artesanos del Islam medieval pudieran aplicar en sus obras aspectos matemáticos simplemente porque existieran libros de matemáticas que circularan en esas sociedades.

Estudia también George Saliba la obra del renombrado matemático, astrónomo e historiador persa Abū-l-Raiḥān al-Bīrūnī (m. ca. 1048) en la que explica la proyección de la esfera en un plano y añade: “*algunos de los artesanos prefieren el uso de la aritmética sobre los métodos típicos de los artesanos como hemos comprobado en los constructores de astrolabios y otros instrumentos. Por esa razón vamos a trasladar lo explicado hasta ahora a métodos aritméticos dando los valores de los diámetros de los círculos, las distancias de los centros, la intersección de las líneas y las circunferencias*”.⁹⁹ Este texto es muy revelador sobre las preferencias de los constructores de astrolabios por el uso de las matemáticas sobre los métodos artesanales, pero unas matemáticas sencillas, asequibles a sus conocimientos.

La última referencia también se encuentra en una obra de al-Bīrūnī, su *Taḥdīd nihāyāt al-amākin* (Determinación de las Coordenadas de las Ciudades). En esta obra, al-Bīrūnī hace todo el desarrollo matemático para calcular la *qibla* en cada lugar y luego añade: “*estos métodos son suficientes para los que deseen usarlos pero como los arquitectos y los artesanos no pueden trabajar con datos tan precisos como los que hemos indicado, deben proceder como sigue....*” y explica un método aproximativo basado en la medida del meridiano local. De nuevo nos encontramos con unas instrucciones concretas para los arquitectos y artesanos dadas las dificultades de trasladar la precisión teórica de un matemático a la realidad constructiva.¹⁰⁰

Es conveniente, por tanto, proponer la incorporación de un nuevo agente al proceso constructivo de un astrolabio, un dibujante-geómetra, capaz de comprender el contenido de los *Tratados del Astrolabio*, ya sean los conceptos de la proyección estereográfica, las coordenadas de las estrellas o la división desigual de los signos del zodiaco en la eclíptica y plasmarlo en una serie de dibujos a escala 1:1, unas “trazas” que después pudiera trasladar al metal un platero.¹⁰¹ La historiadora de la ciencia Arianna Borrelli también identifica como geómetras a los que dibujaban las curvas de la proyección estereográfica de las *láminas* del astrolabio.¹⁰²

La doble denominación, dibujante y geómetra, de este individuo realza su peculiaridad pues, por un lado debe tener habilidades manuales para el dibujo, y por otro debe tener formación en geometría.¹⁰³ En la Edad Media los dibujantes se formaban en los talleres, eran

⁹⁹ SALIBA (1999a), p. 642.

¹⁰⁰ SALIBA (1999a), p. 642-643.

¹⁰¹ NORTH (2004), pp. 280-281. El autor describe las dificultades para dibujar correctamente las horas desiguales que se ubican en la parte inferior de las *láminas* de astrolabio y la división desigual del espacio para cada signo del zodiaco.

¹⁰² BORRELLI (2008), p. 120.

¹⁰³ HILL (1984), pp. 6-7. En las fuentes medievales se indica que los maestros ingenieros (nombre genérico que engloba a cualquier persona que realiza instrumentos, objetos, infraestructuras o ingenios que, de algún modo, incorporan tecnología) dominaban el “arte de la geometría” entendido como una habilidad manual. Los maestros

artesanos y por tanto parte de un estrato social distinto a los geómetras, formados en el *Quadrivium* y situados en un plano de igualdad intelectual al de los astrónomos/matemáticos autores de los tratados.

Los instrumentos de trabajo habituales de los dibujantes-geómetras eran la regla, el compás y la escuadra. Hay una fuente del siglo XVII que menciona un tipo de instrumento diseñado específicamente para usarlo al construir astrolabios llamado “platina persa”, una especie de rectángulo con diversas graduaciones que se usaba para dibujar escalas y líneas en los astrolabios de Isfahan (Persia) en dicho siglo XVII.¹⁰⁴

En este punto es relevante hacerse eco del estudio que realizó el historiador de la ciencia Henri Michel en 1941 al sacar a la luz el diario del viaje de un joyero parisino, Jean Chardin, a Persia en 1674.¹⁰⁵ Chardin era un hombre observador y minucioso, como buen joyero, y relata con todo lujo de detalles los procedimientos gráficos y matemáticos usados por los astrónomos persas para hacer sus propios astrolabios. Se sorprende del nivel de implicación de los astrónomos en el proceso constructivo, más allá del puro diseño general y se congratula de esa circunstancia pues, según él, explica la gran calidad de los astrolabios de Isfahan, la ciudad donde residió en Persia y donde los vio trabajar. Según el relato de Chardin, el astrónomo realizaba el diseño del astrolabio que quería y lo entregaba a un fundidor que hacía los moldes y luego las piezas metálicas en bruto. El proceso continuaba en manos del astrónomo que trabajaba las piezas en el torno para darles la forma definitiva mediante el torno y la lima para luego bruñirlas y dejarlas listas para el proceso de grabación de las curvas. Aquí entra Chardin en la descripción detalladísima del método geométrico utilizado por el astrónomo para grabar las escalas, las curvas de la proyección estereográfica y las de las horas desiguales en cada cara de cada lámina. El hecho de que nuestro viajero no fuera matemático sino joyero puede explicar que ponga tanto cuidado en contar lo que ve porque él no lo sabe hacer y le fascina. De sus palabras podría desprenderse que eran los astrónomos los responsables de hacer todo el trabajo de grabación de las múltiples líneas y escalas presentes en cada pieza de un astrolabio pero hay que tener en cuenta que nos han llegado astrolabios hechos en Isfahan en las mismas fechas del viaje de Chardin con una doble firma de autoría: la de un astrónomo y la de un grabador.¹⁰⁶ Es posible que el astrónomo dibujara sobre el metal las curvas minimizándose así el posible error que un desconocedor de las matemáticas podría cometer al trasladarlas desde un diseño en papel, cera o arcilla, pero la técnica de grabación sobre metal precisa de unas habilidades que no se pueden suponer a todos los astrónomos. Henri Michel considera la posibilidad de que los astrónomos hicieran las grabaciones en metal, a modo de borrador, pero que después se entregaran a un artesano grabador reconocido que las llevara a buen término dada la extraordinaria calidad de los astrolabios de Lahore que han llegado a nuestros días.

canteros, por ejemplo, conocían las figuras geométricas y las rotaban, cambiaban su tamaño, etc., para obtener otras figuras más complejas [ref. HILL (1984), pp. 6-7].

¹⁰⁴ MICHEL (1941), p. 487.

¹⁰⁵ MICHEL (1941).

¹⁰⁶ MICHEL (1941), p. 496.

Otro relevante documento que nos ha llegado, el *Tratado de Instrumentos* del cairota Naʿīm al-Dīn al-Mīṣrī escrito en ca. 1330 y brillantemente estudiado por François Charette en 2003, explica de forma sencilla como se construían un buen número de instrumentos científicos, el astrolabio entre ellos, usando solamente regla y compás. Sólo explica los aspectos matemáticos de la construcción, no los mecánicos y obvia algunas piezas como la *alidada* indicando que supone que eso se sabía hacer. Las ilustraciones que incluye en buen número (139 de las 144 páginas) son esenciales para comprender el sentido del texto, sin ellas no se comprendería nada y las debieron realizar ilustradores muy cercanos al autor del texto porque se realizaron de forma matemática, siguiendo los pasos explicados en el texto. Esto no es lo habitual en otros tratados científicos mamelucos, como este, o islámicos en general. Su lectura requiere de conocimientos de matemáticas por lo que no estaba destinado a principiantes, quizá fue un manual didáctico para estudiantes de nivel intermedio.¹⁰⁷

La importancia de los dibujantes-geómetras en los procesos constructivos, no sólo de los instrumentos científicos sino de obras arquitectónicas, retablos, esculturas u objetos suntuarios durante la Edad Media, ha sido escasamente reconocida.¹⁰⁸ El historiador Ibn Jaldun (m. 1382), al referirse al trabajo de carpintería dice “*necesita en gran medida de la geometría para transformar la forma potencial de las cosas en algo real y correcto*” y el filósofo Fārābī (m. 950) formula un planteamiento similar en su *Iḥṣāʾ al-ʿUlūm* (Enumeración de las Ciencias).¹⁰⁹ En este mismo contexto se sitúa el interesante estudio que hace Alpay Özdural de dos fuentes islámicas orientales, una del siglo X y otra del siglo XIV en las que se registran las conversaciones y debates que tenían lugar en las reuniones que mantenían geómetras-matemáticos, por un lado, y artesanos-arquitectos por el otro, para resolver juntos los problemas geométricos que comportaba la decoración, sobre todo la arquitectónica, y que justifican las innovaciones estéticas, espaciales y estructurales del arte islámico.¹¹⁰ El contenido de las fuentes es extrapolable a otros procesos constructivos distintos del arquitectónico lo cual permite suponer que pudieron celebrarse también este tipo de reuniones cuando el objetivo era la construcción de astrolabios. En el mundo cristiano, es necesario preguntarse si en la Edad Media hubo interdependencia entre la ciencia escolástica y las técnicas utilitarias como la hubo claramente en el Renacimiento y en épocas posteriores.¹¹¹

¹⁰⁷ CHARETTE (2003), pp. 36-38.

¹⁰⁸ Una interesante reflexión sobre la geometría teórica, la empírica y la alegórica en la Edad Media en HISCOCK (2004).

¹⁰⁹ SALIBA (1985), p. 145; STEVENS (2004), p. 230.

¹¹⁰ ÖZDURAL (2000), pp. 171-193. Las fuentes en cuestión son: *Kitāb fī māyaḥṭāju ilayhi al-ṣāniʾ min al-aʿmāl al-handasiya* (Libro de las construcciones geométricas necesarias para los artesanos) de Abu-l-Wafāʾ al-Būzjānī (940-ca.998) y *Fī tadājul al-aṣkāl al-mutaṣābiḥa aw al-mutawāfiqa* (Entrelazamientos de figuras similares o correspondientes), de autor anónimo y datación estimada en el año 1300 por la presencia en las reuniones descritas del matemático Abū Bakr al-Jalīl al Tājir al-Raṣādī, activo en 1300. En ambas fuentes se destaca que los matemáticos dejaban a un lado los teoremas y buscaban un lenguaje y una metodología más próxima a lo que hoy identificaríamos como “cortar, reubicar y pegar”, para generar diseños complejos a partir de figuras geométricas básicas.

¹¹¹ BEAUJOUAN (1957b) p. 6.

La geometría, junto a la astronomía, la aritmética y la música formaban las cuatro artes del *Quadrivium*.¹¹² Casiodoro había afirmado en el siglo VI que la geometría proporcionaba un conocimiento formal de toda clase de relaciones, ya fueran numéricas (aritmética), tonales (música), orgánicas (medicina) o espaciales (arquitectura, astronomía y mecánica). Fue Hugues de Saint-Victor en el siglo XII el primero que consideró a la geometría como una ciencia dual “teórico-práctica” y así lo destacó en su obra *Practica Geometricae* (1125-1130).¹¹³ No obstante, se puede suponer la reticencia de algún geómetra, con su vasta formación teórica, a tomar regla, escuadra y compás y preparar los dibujos de las múltiples piezas de un astrolabio imprescindibles para su manufactura pues, como sostiene Robert Hannah, una cosa es diseñar correctamente un instrumento y otra es facilitar al artesano que lo construye las plantillas que necesita para fabricarlo con precisión.¹¹⁴

En el *Kitāb tabaqāt al-umam* (Libro de las Categorías de las Naciones) considerado la primera Historia de la Ciencia y escrito en 1068 por el historiador y astrónomo Aḥmad ibn ‘Abd al-Raḥman ibn Muḥammad ibn Ṣā’id, conocido como Ṣā’id al-Andalusī que fue además cadí de Toledo, se identifican astrónomos, geómetras, astrolabistas y otros estudiosos que llevaron a la ciencia andalusí a su mayor esplendor en el siglo XI.¹¹⁵ Entre ellos hay geómetras y, sólo en un caso, se otorga a una persona relacionada con los astrolabios la denominación de “geómetra”. Se trata de ‘Alī ibn Jalaf, inventor de la *Lámina Universal*, un tipo de astrolabio para utilizar en todas las latitudes, un concepto innovador en ese tiempo y al que siguieron otros astrolabios universales, también inventados en al-Andalus.¹¹⁶ Lamentablemente no nos ha llegado ninguna *Lámina Universal* de Ibn Jalaf pero podemos especular sobre la participación de su inventor en los dibujos necesarios para su materialización en metal, si es que se llevó a cabo.

También se llama geómetra a Jean Fusoris (1365-1436), el único constructor de astrolabios francés del periodo medieval que está identificado. De él dijo el astrólogo Simon de Phares, que vivió en la corte de Carlos VIII de Francia (finales siglo XV), “*Jehan Fusoris hombre excelente en la ciencia de la geometría y gran astrónomo encontró una nueva forma de construir el astrolabio de gran eficacia y colocó las estrellas fijas calculadas para su tiempo, bien y verdaderamente*”.¹¹⁷

Volviendo al proceso de manufactura de un astrolabio en la Edad Media y una vez establecida la necesidad de contar con dibujos de cada una de sus piezas a escala 1:1 adecuados para su materialización en latón por un orfebre, surge la pregunta: ¿nos ha llegado alguno de estos dibujos? La historiografía no ha identificado, hasta el momento, ninguno de periodo medieval, pero hay un manuscrito, estudiado desde varias perspectivas, a la que podría añadirse la posibilidad de que sus dibujos estuvieran destinados a un taller de orfebrería. Es un manuscrito

¹¹² GUIJARRO (2000), p. 73. Las Artes Liberales (*Trivium* y *Quadrivium*) fueron establecidas por Marciano Capella en el s. V y fueron la base de los programas formativos de toda la Edad Media.

¹¹³ BEAUJOUAN (1957b), p. 8.

¹¹⁴ HANNAH (2009), p. 4.

¹¹⁵ ṢĀ’ID AL-ANDALUSĪ (2000), pp. 137-173.

¹¹⁶ Ver Capítulo 8, punto 8.1.1; ṢĀ’ID AL-ANDALUSĪ (2000), pp. 154-155; SAMSÓ (2011), p. 181.

¹¹⁷ POULLE (1963), p. 13.

del siglo XI conservado en la Biblioteca Nacional de Francia que contiene nueve dibujos correspondientes a la *araña*, el *dorso* y las *láminas* de un astrolabio de unos diecisiete centímetros de diámetro (ficha A1).¹¹⁸ El tamaño de los dibujos y su nivel de detalle con el nombre de las estrellas a inscribir en los punteros de la *araña*, los convierten en susceptibles de haber sido realizados para entregar a un platero que los trasladase al latón.

El tamaño de un astrolabio, en concreto su diámetro, no está matemáticamente condicionado y puede tomar cualquier valor, probablemente ligado a los deseos del comitente. La existencia de astrolabios con diámetros que van de los cinco centímetros a más de un metro así lo atestigua. Pero, una vez determinado el diámetro del astrolabio, y por tanto de las piezas



Fig. 3.2.1.a. Reverso de la *araña* del astrolabio de Petrus Raimundi, Barcelona, 1375 (ficha C13).

que lo conforman, todas las demás curvas que se dibujan en él dependen de ese valor.¹¹⁹ Esto implica que no se podían reutilizar los dibujos de las *láminas*, la *araña* y la *madre* de un astrolabio para hacer otro, a menos que tuviera exactamente el mismo diámetro. No nos han llegado astrolabios del mismo diámetro, ni siquiera los que llevan la misma firma, por tanto el conjunto de dibujos se debía realizar exprofeso para cada astrolabio, con la dificultad que ello que implicaba.

En todo caso, los astrolabios que nos han llegado conservan huellas de ese traspaso al metal de los dibujos previos recibidos o realizados por el propio artífice, principalmente en los reversos de las *arañas*,

como se observa en el reverso de la *araña* del único astrolabio realizado en los reinos cristianos hispanos que está firmado y fechado, el de Petrus Raimundi realizado en Barcelona en 1375 (ficha C13)[Fig. 3.2.1.a].¹²⁰

3.2.2.- La continuación del proceso: la ejecución material

Disponibles los dibujos de cada una de las piezas que conforman el astrolabio en escala 1:1 debía seleccionarse el metal con el que se iba a ejecutar, teniendo en cuenta que el número de piezas que había que realizar podía superar la docena, según el número de *láminas* que fuera a tener el astrolabio. Todos los astrolabios medievales que nos han llegado son de latón, aleación de cobre y zinc con un aspecto y brillo similar al del oro. Además es resistente a la corrosión y permite ser trabajado en frío, algo esencial para elaborar instrumentos de precisión.

¹¹⁸ Ver capítulo 8, punto 8.1.2. El manuscrito es el BNF Ms Lat. 7412.

¹¹⁹ BORRELLI (2008), p. 45.

¹²⁰ Un estudio a fondo de este astrolabio en HERNANDEZ PEREZ (2017a).

En las sociedades islámicas sólo se usó el latón, o aleaciones de cobre a medio camino entre el latón y el bronce, con adiciones de plata en algunos casos, para hacer astrolabios. La ortodoxia islámica prohíbe usar oro en objetos de uso y por ello el latón lo sustituyó por su aspecto similar pero sin incumplir el Corán y el *ḥadīṭ*. En esta línea, el gran intelectual persa al-Bīrūnī (973-1048) sostenía que el llamado “bronce blanco” (bronce con un buen porcentaje de zinc), que es semejante a la plata, fue inventado en el siglo VIII en respuesta a la prohibición dada por el califa omeya para el uso de plata y oro por razones religiosas.¹²¹ Esto no es realmente cierto porque las aleaciones de cobre y estaño con alto contenido en zinc, el llamado bronce blanco, se conocían desde tiempos pre-islámicos, pero la frase de al-Bīrūnī deja ver que había una preocupación por parte de los intelectuales en que se usasen metales alternativos al oro y la plata para no contravenir el Corán. Poco a poco se admitió que el latón pudiera llevar incrustaciones de plata pues la cantidad de latón siempre era mayor que la de plata y se respetaba la ortodoxia religiosa.

Sin embargo en las sociedades cristianas se documentan, aunque no nos hayan llegado, astrolabios hechos con oro y plata. Así, por ejemplo, en el *Libro de la Aḡaḡeḡa* de Alfonso X el Sabio (ver capítulo 8, punto 8.1.2), podemos leer: “*la azafea puede ser hecha de los diversos materiales utilizados en la construcción de astrolabios, latón, oro, plata, madera o pergamino aunque el mejor y más usado es el latón*”.¹²²

La dificultad de hacer latón a partir de cobre y mineral de zinc se constata desde la Antigüedad por la alta volatilidad del zinc. Los hornos abovedados abiertos, que son los que se usaron desde la Antigüedad para obtener metales a partir de minerales por fundición, no sirven para el latón porque el zinc volatiliza a los 907°C, temperatura que está por debajo del punto de fusión del cobre por lo que el zinc se escapa en forma de gas. Fueron los romanos en el siglo II a.C. y en Anatolia los que encontraron el modo de obtener latón en hornos cerrados, mediante el llamado proceso de *cementación* de la *calamina* (*al-iqlimiyā* en las fuentes islámicas).¹²³ Un buen incentivo para el uso de mineral de zinc para alearlo con cobre era su abundancia, frente a la escasez de las minas de estaño en los países del Mediterráneo por su sobreexplotación para la metalurgia del bronce desde tiempos prehistóricos. En el mundo islámico se documenta escasez de estaño y poco control de las pocas minas productivas por parte de los califas.¹²⁴

Aunque los latones actuales llevan solamente cobre y zinc, los medievales incluyen, además, estaño y plomo en distintas proporciones. En general, todas las aleaciones del cobre previas al siglo XVIII son cuaternarias, es decir, llevan cobre en una proporción superior al 60%

¹²¹ WARD-R (1993), pp. 14-15.

¹²² PUIG (1987b), p. 13.

¹²³ BAYLEY (1998), pp. 7-9; CRADDOCK (1998), p. 78. El nombre *calamina* se aplicaba en la Edad Media a cualquier mineral que contuviera zinc. El mineral de zinc más abundante en Europa es la smithsonita (carbonato de zinc) y debió ser el más utilizado en el proceso de *cementación* durante la Edad Media; ATIL (1985), p. 37. La técnica de *cementación* para obtener latón consiste en fragmentar el cobre en trozos finos y mezclarlo muy bien con *calamina* y calentar la mezcla en un crisol sellado para que no escapen los vapores de zinc. Este método se usaba tanto en el occidente como en el oriente medieval; NEWBURY (2006), p. 206.

¹²⁴ CRADDOCK (1998), p. 73.

y el resto se reparte entre el zinc, el estaño y el plomo además de algunas otras impurezas. Se identifica como latón a una aleación que tiene al menos un 10% de zinc y será un buen latón si tiene más de un 15% de zinc, menos de un 2% de plomo y menos de 1% de estaño.¹²⁵

Las fuentes islámicas llaman al latón *šabah* y también *al nuḥās al-aṣfar* (cobre amarillo) y en las latinas se le denomina *latón* y más frecuentemente *azófar* (del árabe *al-ṣufr*).¹²⁶ Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī (973-1048), astrónomo y matemático persa, escribió acerca del latón “*šabah es cobre convertido en amarillo por medio de la mezcla con tūtīyā* [óxido de zinc] y *ḥalāwāt* [que en árabe quiere decir “dulces”] como aditivos hasta que se convierte en algo parecido al oro”.¹²⁷ Posteriormente Kāshānī detalló más el método:

*“Se mezcla tūtīyā [óxido de zinc] con uvas sin semillas hasta formar una pasta suave y se tuesta sin que se queme a fuego lento. Se muele el cobre y se coloca con la pasta tostada de tūtīyā con uvas hasta llenar un crisol. Se mete en el horno con el crisol bien tapado hasta que la tūtīyā haga su efecto y convierta el cobre en un metal del color del oro”.*¹²⁸

La mejor fuente latina en la que se describe la técnica metalúrgica de producción del latón es el libro tercero del tratado *De divertibus artibus* (ca. 1123) del monje Teófilo, una obra esencial para conocer el modo en que se trabajaba en los talleres medievales y que es especialmente relevante en el caso del trabajo en metal dado el minucioso detalle que ofrece su autor cuando describe estas técnicas en particular.¹²⁹ La posibilidad, aceptada por la historiografía, de que el monje Teófilo fuera Roger de Helmarshausen, un artesano del metal de Hesse (Alemania) y monje benedictino, justifica el gran valor documental de sus descripciones de las técnicas del trabajo en latón.¹³⁰

Con los medios actuales de análisis de la composición metálica de las aleaciones del cobre mediante una técnica tan sencilla como la Fluorescencia por Rayos X (XRF) y con la información que proporcionan las fuentes, se sabe que los latones obtenidos con esa técnica no podían tener más de un 28% de zinc, y por tanto, cualquier objeto de un latón con más de ese porcentaje de zinc no puede ser medieval.¹³¹ Si bien los artesanos metalúrgicos medievales no

¹²⁵ WARD-R (1993), p. 29; DAY (1998), pp. 134-135. Los artesanos que hacían las fundiciones para obtener las aleaciones no sabían su composición y trabajaban por experiencia adquirida conociendo las distintas propiedades de la aleación según la forma de hacerla. Las evidencias de las propias piezas nos indican que había artesanos del metal capaces de seleccionar la aleación más adecuada para cada pieza.

¹²⁶ AZUAR (2012), p. 154.

¹²⁷ ALLAN (1979), p. 39.

¹²⁸ ALLAN (1979), p. 42.

¹²⁹ Es interesante la reflexión que hace Donald Hill en su historia de la ingeniería en la Edad Media sobre la menor componente “tecnológica” de la obra del monje Teófilo si se compara con el conocido libro de los ingenios mecánicos del persa al-Jazarī, que también aborda las técnicas para el trabajo en metal en el siglo XIII islámico [ref. HILL (1984), p. 10].

¹³⁰ THEOPHILUS (1979), pp. 15-16.

¹³¹ DAY (1998), p. 142. En 1574 se publicó la obra de Lazarus Ercker *Aula subterranea. Tratado de Minerales y aleaciones*, que recoge toda la tradición oral medieval en lo que se refiere a minerales y metalurgia. En el tratado se indica que la adición de *calamina* al cobre lo vuelve dorado y se convierte en latón. Describe los hornos de *calamina* que están bajo tierra y en los que se introducían 8 crisoles con el cobre y el mineral de zinc molido. Una vez obtenido el latón líquido, se vertía entre dos losas de piedra para hacer una plancha. Este proceso es el que

conocían ese valor, sí eran conscientes de que los latones que producían en los hornos de *cementación* tenían distinta calidad, tanto en el color y brillo dorado, como en la facilidad de laminación y grabación por incisión en frío. Es por ello que el monje Teófilo distingue, en *De divertibus artibus*, entre el *aes* (latón basto) y el *aurichalcum* (latón fino) aconsejando el uso de éste último para la fabricación de objetos litúrgicos.¹³² Un latón medieval es tanto más dorado y más fino cuanto más cerca del 28% se sitúa su porcentaje de zinc, que era el límite técnico en aquel momento.

Los resultados sobre la composición de los latones de un cierto número de astrolabios medievales, obtenidos por Fluorescencia por Rayos X (XRF), ponen de manifiesto el uso de buen latón para la realización de estos objetos, algo esperable dado su valor científico y simbólico.¹³³ Estudiando esos datos, se observa en primer lugar que cada pieza tiene una composición distinta y que la *araña* es el elemento del astrolabio con mayor cantidad de zinc y menor de estaño y plomo. La *araña* no es solamente la pieza frontal, la que más se ve, sino también la que lleva más trabajo de orfebrería, más filigranas, más perforaciones y cortes y que demanda por tanto el mejor latón posible.

La constatación de que la elección del material para hacer un astrolabio no es arbitraria sino que responde a un conocimiento a fondo del latón, de sus distintas calidades y de las características ligadas a esas calidades, invita a incorporar al proceso de elaboración de un astrolabio a un maestro u oficial *latener*, que es como se le identifica en las fuentes latinas.¹³⁴ Las fuentes documentales no son muy explícitas en lo que se refiere a esta figura que bien podía ser un metalúrgico que elaborase el latón necesario para hacer un astrolabio o un conocedor de ese material responsable de adquirirlo, seleccionando adecuadamente su calidad en base a su color y sus características de laminado y grabado en frío.¹³⁵

La disponibilidad del material daba paso al inicio de la construcción de las distintas piezas en el taller de orfebrería.¹³⁶ La mejor descripción que se conoce de un taller de orfebrería medieval es la recogida en el relato del viaje de Alexander Neckam, clérigo de Dunstable (Inglaterra), a París en 1178. Neckam describe las herramientas y técnicas usadas en el taller y confirma que allí se trabajaba el oro, la plata, el cobre, el bronce, el latón, el estaño y hasta el

debía haberse hecho durante la Edad Media; MORTIMER (1989), pp. 311- 317.

¹³² THEOPHILUS (1979), pp. 140-145. Teófilo describe en detalle el horno especial que hay que utilizar para hacer latón, cerrado por la parte superior para que los vapores de zinc no escapen.

¹³³ Descripción de los distintos métodos de análisis de la composición metálica de los latones en HALLEBEEK (2000).

¹³⁴ BLAIR (1991), pp. 81-106. Si bien no menciona los astrolabios y sólo estudia la Inglaterra medieval, es interesante el análisis que realiza de la manufactura del latón; CAMPBELL (1987), p. 167. Los nombres con los que se denominan a los artesanos del latón son (en inglés): brassiers, coppersmiths y latteners.

¹³⁵ VALLVÉ (1980), pp. 215-217. Las fuentes árabes citan minas de *tūtiyā* (óxido de zinc) en Salobreña y en los montes de Córdoba. También citan la producción de “cobre amarillo” (*al nuḥās al-aṣfar*), que era latón, en *Ilbira* (Elvira, en Granada) y en Riópar (Albacete). La fabricación de latón y zinc en Riópar se mantuvo hasta 1993; AZUAR (2012), p. 201. Hay indicios de talleres metalúrgicos de producción de latón en Denia en el s. XI; CARBONELL (1929), pp. 186-188. Las fuentes islámicas afirman que las minas de *tūtiyā* (óxido de zinc) más activas y mejores para “tintar el cobre” eran las de Paterna (Valencia).

¹³⁶ HOLMES (1953), p. 153. Describe cómo ha de ser el taller de un orfebre, con un muro que separe a los que trabajan con oro y plata de los que lo hacen con cobre, estaño, bronce o latón.

hierro, es decir todos los materiales metálicos. En concreto, Neckam afirma que “*el orfebre debe saber distinguir el oro del latón para no dejarse engañar por los que venden latón a precio de oro*”.¹³⁷

Ya con el latón disponible en el taller del platero, se debía realizar la laminación hasta conseguir grosores de latón no superiores a dos milímetros. La laminación por rodillos no está documentada hasta 1540 así que hubo de hacerse mediante martillado durante todo el periodo medieval.¹³⁸ El exhaustivo estudio realizado en 1987 por Robert Gordon de la universidad de Yale sobre dos astrolabios del siglo XVI realizados en el taller de Georg Hartmann en Núremberg ponen de manifiesto que todas las piezas se laminaron mediante el martillado, exceptuando la *corona* de la *madre*, con su correspondiente *trono* en la parte superior, que se hicieron mediante molde.¹³⁹

Los grosores medidos en las piezas de los astrolabios estudiados hasta el momento oscilan entre 0,8 mm en las *láminas* y en torno a 1,5 mm en la *araña*. Con el corte en forma perfectamente circular y la correcta alineación del orificio central en todas las piezas para permitir el paso del vástago central que articula el astrolabio permitiendo la rotación de la *araña* y la *alidada*, se cerraba la fase preparatoria de las piezas. El ya mencionado estudio de Robert Gordon incide en la dificultad de situar correctamente los orificios centrales de todas las piezas de modo que queden perfectamente alineados, habiendo encontrado en los dos astrolabios del siglo XVI que estudió errores inferiores a medio milímetro en la ubicación del punto central.¹⁴⁰ Esto supone una imprecisión en las piezas y por tanto en el astrolabio como instrumento de medida, pero ese error es inherente al proceso manual de manufactura y no deja de sorprender lo pequeño que es.

Luego se procedía al lijado cuidadoso de las superficies para conseguir un pulido brillante para después acometer el corte de precisión, el grabado por incisión a buril o punta de trazar, el estampillado, la incisión a cincel, el calado y la incrustación, todo ello realizado en frío.¹⁴¹ En el estudio de Gordon se identifican varias manos en cada una de las fases de trabajo pues las diferentes marcas visibles en las fotomicrografías debían proceder de personas con distinta fuerza y destreza a la hora de utilizar las herramientas.¹⁴²

La ejecución de la *araña* requiere de una reflexión adicional en lo que se refiere a su diseño. Si bien es claro que el diseño geométrico, es decir, la correcta ubicación de la eclíptica, su división en signos y las posiciones de los punteros estelares estaban establecidas en los

¹³⁷ HOLMES (1953), pp. 142-143; CAMPBELL (1987), pp. 164-167. La más antigua de las ordenanzas gremiales inglesas que nos ha llegado es de 1327 y centra sus regulaciones sobre calidad del metal en el oro y la plata por su precio.

¹³⁸ BLAIR (1991), pp. 81-106.

¹³⁹ GORDON (1987), p. 72.

¹⁴⁰ GORDON (1987), p. 74.

¹⁴¹ Las técnicas de ornamentación de metales más utilizadas en el periodo medieval son: grabado, estampillado, incisión, moldeado, calado, repujado, torneado, incrustación, dorado y esmaltado. Más detalles sobre estas técnicas en IBRAHIM (1991), pp. 514-515.

¹⁴² GORDON (1987), p. 83.

dibujos facilitados por el dibujante-geómetra, no se le debe asignar también por defecto la autoría de los elementos decorativos que generan la variedad estilística de las *arañas* de los astrolabios que han llegado a nuestros días. El orfebre responsable de realizarla debía contar con un grado de libertad para diseñar la *araña* de acuerdo con sus gustos, las modas de la época y su propia habilidad en las técnicas de trabajo en latón para hacer un diseño personalizado respetando las posiciones de los extremos de los punteros estelares y de los círculos estructurales. Este artesano/artista dejaba su impronta en el astrolabio aunque su nombre haya quedado en el anonimato. Es posible que incluso sugiriera la adición o eliminación de algún puntero estelar que comprometiera la simetría de la *araña* u otro aspecto decorativo. Se puede suponer que había intercambio de opiniones entre el dibujante-geómetra y el platero para el ajuste del diseño definitivo de la *araña*. En relación a este aspecto, dice el gran historiador de la ciencia David King que se ha exagerado la dependencia de los constructores de astrolabios con los tratados que los describen pues la realidad es que los instrumentos que nos han llegado difieren en muchos casos de lo escrito en los libros porque la imaginación de los artesanos implicados en la realización de los objetos provocaba modificaciones a los “astrolabios estándar” recogidos en los libros.¹⁴³ Unos artesanos del metal expertos en hacer objetos artísticos para la élites políticas y religiosas, superaron el reto de hacer instrumentos precisos para la observación y el cálculo.

El estudio de Robert Gordon incluye fotomicrografías de los punteros de la *araña* que permiten identificar las marcas dejadas por la herramienta que realizó los cortes que dan forma al puntero así como la lima fina para conseguir los detalles. Ese mismo estudio identifica las herramientas utilizadas para las funciones de corte y grabado de las curvas: sierra de mano para cortar el metal, taladro, lima, punta de trazar, compás con punta de trazar en su extremo, rasqueta para metal, torno para trabajar las piezas circulares y bruñidor. Todas las herramientas se identifican a través de las marcas que dejan en el metal y que son visibles en las fotomicrografías.¹⁴⁴ Hay una fuente del siglo XVII que menciona un tipo de instrumento diseñado específicamente para usarlo al construir astrolabios llamado “platina persa”, una especie de rectángulo con diversas graduaciones que usaban los constructores de astrolabios de Isfahan (Persia) en dicho siglo XVII.¹⁴⁵ También contamos con información sobre los instrumentos utilizados para hacer astrolabios en el *Libro del Saber de Astrología* de Alfonso X el Sabio donde se mencionan los tornos de arco de mano y de ballesta para afinar las superficies planas de las *láminas* de los astrolabios, así como limas, formones de filo recto y oblicuo, taladros de hierro y compases de puntas rectas y curvas para trazar las circunferencias¹⁴⁶.

En lo que respecta a las *láminas*, no se identifica contribución artística en ninguna de ellas si bien el oficial o maestro responsable de grabar las curvas de la proyección estereográfica o las de las horas debía trasladar con toda fidelidad las incluidas en los dibujos del geómetra. Una

¹⁴³ KING (2005a), p. 20.

¹⁴⁴ GORDON (1987), pp. 75-78.

¹⁴⁵ MICHEL (1941), p. 487.

¹⁴⁶ RICO Y SINOBAS (1863), Tomo II, pp. 95-96.

formación básica en geometría de este grabador sobre latón sería una garantía de calidad en las piezas y es posible que uno de los grabadores de metal del obrador se especializara en este tipo de trabajo por su complejidad. Las curvas grabadas son incisas, tratándose de una técnica de grabación *intaglio* realizada a buril o con punta de trazar.¹⁴⁷ En las fotomicrografías del estudio de Robert Gordon, antes mencionado, se confirma que en los dos astrolabios que él estudió se grabaron las curvas almicantares de las *láminas* primero y sobre ellas las curvas azimutales.¹⁴⁸

Es relevante hacer notar ahora que hay certeza documental de la transformación de un artesano del metal implicado en la manufactura de astrolabios en el mejor astrónomo de la historia de al-Andalus. Se trata de Abū Ishāq Ibrāhīm Ibn Yahyā al-Naqqāš al-Qurtubī al-Zarqālluh (420H-493H/1029-1100), conocido en las fuentes latinas como Azarquiel, que era cordobés (*al-Qurtubī*), e hijo de un grabador (*al-Naqqāš*). Hay tres fuentes medievales que nos acercan a su figura. La primera es el ya mencionado *Kitāb tabaqāt al-umam* (Libro de las Categorías de las Naciones) de Šā'id al-Andalusī.¹⁴⁹ La segunda referencia a Azarquiel la hace el historiador egipcio Ibn al Qifti en su obra *Ta'rij al-hukama* (ca. 1240) y la tercera es del astrónomo judío toledano Ishaq ben Yosef que escribe en su obra *Yesod' Olam* (1310):

*“Azarquiel al principio no era más que un hábil artista o forjador en hierro o metal y que trabajaba en la confección de los instrumentos astronómicos que le encomendaban los sabios musulmanes y judíos de la ciudad de Toledo..[.]. Nuestro Azarquiel sorprendió a aquellos sabios, a las órdenes de los cuales trabajaba, por su gran destreza e ingenio [..]. Visto lo cual se le facilitaron a Azarquiel las obras de los antiguos autores, las que con gran facilidad asimiló”.*¹⁵⁰

Aunque este sea un caso excepcional por la calidad intelectual de Azarquiel, se irán presentando en los próximos capítulos y en el catálogo final las relaciones familiares (hermanos, padres/hijos) entre astrónomos y/o autores de textos relacionados con astrolabios, firmantes de los instrumentos y artesanos del metal.

Volviendo al proceso de manufactura de los astrolabios y ya incisas las líneas de las *láminas* y del *dorso* se acometía la fase final, la grabación de las inscripciones. Se trataba, de nuevo, de una actividad delicada por la necesidad de utilizar, bien la técnica de estampillado mediante sellos de cada una de las letras y números que debían ser de buena factura, bien el grabado caligráfico manual. La necesidad de ajustar las palabras y números al espacio designado para cada uno, normalmente sobre la curvatura de las bandas, representa una dificultad para el grabador-calígrafo. La necesidad de abreviar algunos nombres, cuando no hay suficiente espacio, vuelve a demandar una buena interlocución entre el mencionado grabador-calígrafo y

¹⁴⁷ VAN CLEEMPOEL (2005b), p. 95. Para grabar las curvas se fijaba la punta de acero del buril a un compás. El compás debía ser grande y rígido para permitir el grabado de curvas de gran radio cuyo centro estaba, en algunos casos, fuera de la propia superficie a grabar. La *lámina* o *araña* debía fijarse a una plancha de madera graduada para apoyar en ella el extremo fijo del compás.

¹⁴⁸ GORDON (1987), p. 78, fig. 9.

¹⁴⁹ ŠĀ'ID AL-ANDALUSĪ (2000), pp. 155-156; MILLÁS (1943b), p. 9.

¹⁵⁰ DORCE (2008), pp. 66-67.

el geómetra que facilitó los diseños con el fin de mantener la inteligibilidad de los nombres abreviados de las estrellas y los signos del zodiaco. No debe descartarse la posibilidad de que estuvieran implicadas manos femeninas en las tareas caligráficas por ser una actividad permitida a las mujeres en el mundo islámico y por ende en el andalusí.

No contamos con documentación que nos permita confirmar que cualquier taller medieval de orfebrería contaba con personas capaces de llevar a cabo todas las actividades relativas a la ejecución material del astrolabio en latón. No debe suponerse de entrada que cualquier grabador de un taller de orfebrería fuera capaz de grabar, por ejemplo, las curvas de la proyección estereográfica de las *láminas* de latitud con un margen pequeño de error, aunque es factible que hubiera al menos un taller de orfebrería en las principales ciudades medievales con dicho personal especializado.¹⁵¹

3.3.- MODELIZACIÓN DE LOS TALLERES ASTROLABISTAS

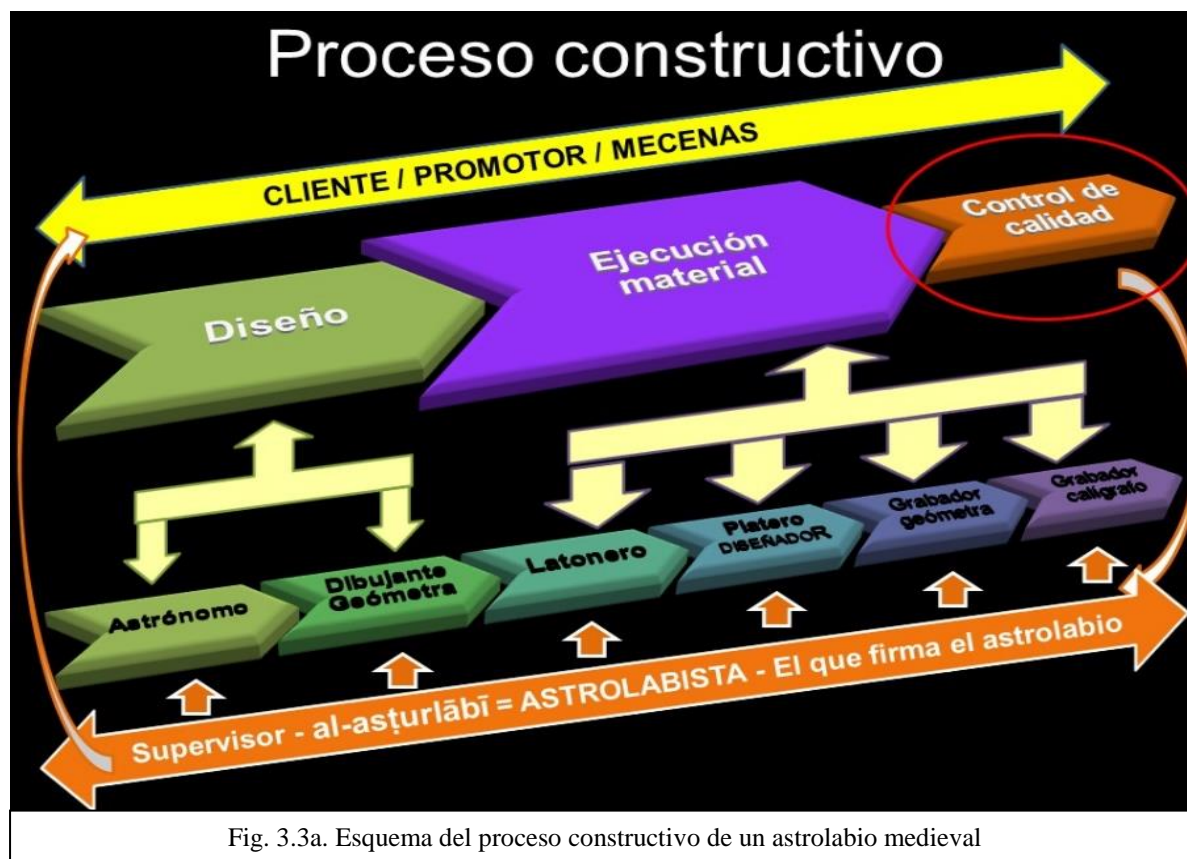
Del estudio detallado del proceso de manufactura, *ṣinā'a* en árabe, de un astrolabio se identifican, por tanto, un mínimo de seis agentes necesarios para llevarlo a término: astrónomo, dibujante-geómetra, latonero, orfebre, grabador-geómetra y grabador-calígrafo. Dos o más de estas habilidades podían concurrir en una misma persona pero, de entrada, debe mantenerse la identificación separada de cada agente. La heterogeneidad en conocimientos y habilidades de dichos agentes hace imprescindible añadir una nueva identidad al proceso: el responsable del control de calidad que debía velar por la coordinación de todos los implicados, por el buen funcionamiento final del astrolabio y por la adecuación del producto a las demandas del cliente, promotor o mecenas [Fig. 3.3.a].

Se plantea como hipótesis identificar a este agente supervisor con el firmante del astrolabio, aquel al que las fuentes islámicas denominan *al-aṣṭurlābī* o el llamado *mestre d'astrolabis* en los documentos del reinado de Pedro IV *el Ceremonioso* conservados en los Archivos de la Corona de Aragón. El astrolabista, el supervisor del proceso, podría ser o no ser el ejecutor de varias o todas las fases del mismo aunque sí tendría que poseer un buen nivel de interlocución con todos los agentes, conocer lo suficiente de cada habilidad requerida como para transmitir los requisitos y juzgar los resultados.

La especialización es un concepto actual que no se puede trasladar literalmente al periodo medieval, pero es cierto que hay pocas personas capaces de alcanzar la excelencia en un conjunto heterogéneo de actividades. En esta línea y sólo a modo de comparación vale la pena resaltar la estructura que tuvo el *scriptorium* científico de Alfonso X con un plantel de intelectuales judíos y cristianos trabajando bajo la supervisión más o menos estrecha del rey. Ese “taller” se caracterizó por la racionalización de las tareas y la especialización de los participantes. Algunas de las obras allí realizadas, como el *Libro de la Ochava Esfera*, el *Libro*

¹⁵¹ GORDON (1987), pp. 71-84. El autor realiza un detallado estudio técnico con micrografías ópticas de dos astrolabios del s. XVI realizados en el taller de Hartmann, mostrando todas las dificultades técnicas relativas a la manufactura en latón de las piezas del astrolabio. A la vista de este estudio se puede suponer que en siglos previos esa dificultad era igual o mayor.

de la Alcora, el Libro de la Açafeha o el Lapidario fueron traducidas del árabe al castellano en el periodo 1250-1260 y “enmendadas” 26 años después entre 1276 y la muerte del rey en 1284. ¿Perfeccionismo extremo del rey?, ¿dudas sobre la calidad de los textos?, quizá la causa era que la fragmentación de las tareas producía obras poco homogéneas que después había que modificar.¹⁵² La figura del supervisor, ejercida en este caso por el propio rey Alfonso X, se hace evidente.



La historiografía muestra posiciones diversas en lo que se refiere a la implicación de más de una persona en la ejecución completa de un astrolabio, todas ellas sustentadas en cuidadosos análisis de las escasas evidencias disponibles. Así, el ya mencionado historiador belga Henri Michel afirmaba en 1947 que ni el astrónomo/matemático tenía habilidades de orfebre ni el orfebre/grabador sabía hacer cálculos matemáticos y que la firma de una pieza tan compleja como un instrumento científico no implica la autoría material de la misma sino que registra quién fue el responsable de su ejecución.¹⁵³ Otro relevante investigador como Anthony Turner afirmaba, en 1987, que hasta el siglo XIII no puede hablarse de una actividad de taller para la elaboración de astrolabios y que antes de esa fecha eran personas extraordinarias dotadas de conocimientos matemáticos y astronómicos por un lado y habilidades con el trabajo sobre metal, por el otro, las que acometían todo el proceso.¹⁵⁴ Otros eminentes historiadores de la ciencia como David King, especialista en astrolabios, sobre todo islámicos, apuestan por la implicación

¹⁵² MARTIN (2001), pp. 266 y 270-271.

¹⁵³ MICHEL (1947), pp. 159-160.

¹⁵⁴ TURNER (1987), pp. 26-28.

de una sola persona, el constructor de astrolabios, en todo el proceso, quizá con algún asesoramiento inicial de un astrónomo, considerando que sólo se superó este “modelo unipersonal” a partir del siglo XV.¹⁵⁵ Para sostener su hipótesis acude a lo que dijo el gran astrónomo egipcio Ibn Yūnus (ca. 950-1009) en la introducción de su gran obra *al-Zīy al-Hākīmī al-kabīr* (Tablas astronómicas hakimíes) sobre el astrolabista bagdadí Jafīf : “*igual que Ptolomeo fue único en la ciencia de la astronomía y Galeno en la de la medicina, así Jafīf el discípulo de ‘Alī ibn ‘Īsā lo es en la construcción de astrolabios porque sólo hay, en cada generación, un erudito distinguido que tenga además buena habilidad artesanal*”.¹⁵⁶ Esta misma cita del siglo X puede leerse de otra manera pues cuesta aceptar que los más de 150 astrolabios medievales que nos han llegado sean obra de genios, únicos en su generación. Algún genio pudo haber, pero sería la excepción, no la regla.

Quizá haya que volver la vista atrás, a la historiografía de finales del siglo XIX para encontrar el modo en que un historiador resolvió el debate de autoría, unipersonal o colegiada, y que pudo ser el adoptado por historiadores posteriores. Decía Henri Sauvaire en 1893 a propósito de la inscripción de autoría de un astrolabio almohade andalusí (ficha A14) que el término “*ṣana’hu*” (lo realizó), que aparece en el *dorso* del astrolabio de al-Jamā’irī, debía ponerse en relación con el trabajo manual y no con el intelectual y que, por tanto, consideraba que al-Jamā’irī fue el que realizó el grabado de las inscripciones pero no necesariamente el que lo diseñó. Termina concluyendo que, por la falta de información sobre quién fue y qué hizo exactamente al-Jamā’irī, decide otorgarle toda la gloria de la construcción del instrumento.¹⁵⁷ Fue la ausencia de datos sobre todos los implicados en el proceso de elaboración de un astrolabio lo que generó un discurso simplificador que, en mi opinión, debe superarse, como se está haciendo con otras producciones medievales, anónimas o firmadas. A este respecto, son remarcables las propuestas de la brillante historiadora Sonja Brentjes sobre la implicación de varios agentes en la producción de manuscritos científicos iluminados en el mundo islámico, desde el comitente, pasando por el erudito en la ciencia concreta y el iluminador, elegido entre los más habilidosos para que fuera capaz de representar visualmente la complejidad del contenido científico.¹⁵⁸ Se acuñó el término *kitābjānes* para identificar a estos talleres dedicados a las artes del libro que se establecieron desde el siglo X aunque no se conserve ningún libro de estas características anterior al siglo XII.¹⁵⁹

En lo que se refiere al control de calidad, en el mundo islámico se documenta la aplicación de la *ḥisba* (control del buen hacer) que ordena el Corán a las actividades productivas y económicas. Ese control lo ejercía, para la manufactura de objetos de metal, el denominado *al-muḥtasib*, documentado sobre todo para el trabajo de hierro y acero. Este modelo supuso el establecimiento de un sistema temprano de supervisión y vigilancia de la calidad para evitar

¹⁵⁵ KING (2005a), pp. 104-105. David King enumera los individuos más relevantes en la construcción de astrolabios en todo el mundo islámico, desde el siglo X al XIX, señalando aquellos con continuidad familiar.

¹⁵⁶ KING (2005h), p. 455.

¹⁵⁷ SAUVAIRE y DE REY (1893), p. 8.

¹⁵⁸ BRENTJES (2012), pp. 21-22.

¹⁵⁹ BRENTJES y MORRISON (2010), pp. 575-576.

malas prácticas, abusos o engaños.¹⁶⁰ Es un concepto de control similar al que se ejercía en los gremios de las sociedades cristianas, aunque quizá estos tuvieran una motivación básicamente comercial.

Hay constancia documental de la realización de astrolabios, agrupados bajo el nombre genérico de *instrumentos matemáticos*, en los estatutos del gremio de plateros de París del año 1572 y es seguro que estaban autorizados a fabricar estos instrumentos en fechas anteriores identificados en los estatutos bajo el epígrafe “objetos de cobre”.¹⁶¹ En la Edad Media hispana contamos con documentos firmados por Pedro IV *el Ceremonioso* en los que el rey aragonés pide primero a su platero Guillem de Binaya que haga las piezas de un astrolabio para después pasárselas al *mestre d’astrolabis* Jacob de Perpiñán “*per señalar scriptures*”, es decir para realizar las inscripciones, tanto las geométricas como las literales.¹⁶² En todo caso se trata de fragmentos del proceso, no del desarrollo completo.

La historiografía considera al francés Jean Fusoris (*ca.* 1365-1436) como el precursor de los futuros talleres especializados en la realización y el comercio de instrumentos científicos que florecerán en Centroeuropa en el siglo XVI. Este personaje, del que se tiene mucha información porque sufrió un proceso legal por traición al rey, fue médico y canónigo de la catedral de Notre-Dame de París. Poseía conocimientos de astronomía y matemáticas obtenidos en la universidad de París durante su formación como médico y destacaba por sus habilidades en el trabajo del metal adquiridas desde su infancia en el taller de su padre, maestro metalistero. Jean Fusoris realizó astrolabios por encargo del Duque de Orleans, del rey Juan I de Aragón, del rey de Inglaterra Enrique V y del antipapa Juan XXIII, contando con discípulos como Henri Arnaut de Zwolle y Jean de Berle.¹⁶³ Fusoris fue un personaje singular del que nos ha llegado además un tratado del astrolabio, escrito en francés entre 1407 y 1412.¹⁶⁴ Su condena al exilio por traición en 1416 interrumpió su actividad y la de sus discípulos aunque resulta ser el más antiguo constructor de astrolabios del que se cuenta con información detallada y muy completa.

Otro pionero de lo que serían los magníficos talleres de instrumentación científica alemanes fue el astrónomo Johannes Müller, llamado Regiomontanus (1436-1476) que, en fecha tan temprana como 1471, estableció en Núremberg un taller de instrumentos científicos principalmente destinados a la navegación, aprovechando la importante actividad fabril de objetos de metal que se realizaba en esa ciudad. Siguiendo el mismo modelo y al calor de las universidades europeas surgió en Viena el taller de Hans Dorn en 1480 y en Florencia el de Pier Vincenzo Danti en 1490.¹⁶⁵

En el contexto islámico se mantuvo la tradición de firmar el astrolabio con un solo nombre.

¹⁶⁰ AL-HASSAN (2001b), pp. 272 y 284; AL-HASSANI (2008), pp. 77-78.

¹⁶¹ TURNER (1987), p. 29.

¹⁶² Ver capítulo 8, punto 8.3.1; RUBIÓ (1921), pp. 79-80.

¹⁶³ POULLE (1963), pp. 1-3; TURNER (1985), pp. 37-38.

¹⁶⁴ Sobre Tratados del Astrolabio ver capítulo 8; Un estudio del *Tratado del Astrolabio* de Fusoris en POULLE (1963), pp. 7-19.

¹⁶⁵ MADDISON (1969), p. 22; TURNER (1985), pp. 41-49.

No es hasta mediados del siglo XVII que se encuentra un astrolabio firmado por tres personas, el realizado en Persia en 1647 para el sultán Šāh Abbās II que contiene en su dorso la siguiente inscripción: “*Realizado por Muḥammad Muqīm al-Yazdī bajo la supervisión de Muḥammad Šāfi, el astrónomo de Janābād y grabado por Faḍl Allāh al-Sabwarī*”.¹⁶⁶ La inscripción nos identifica como autores del astrolabio a un geómetra que lo diseñó bajo la supervisión de un astrónomo para después trasladarlo al latón por la persona autodenominada *al-naqqaš*, es decir, un grabador sobre metal.

Hasta el momento no se han identificado documentos que confirmen la existencia de talleres exclusivamente dedicados a la producción de astrolabios ni en al-Andalus ni en los reinos cristianos hispanos medievales, aunque nos han llegado astrolabios fechados desde el siglo X (ver catálogo en capítulo 10). En al-Andalus, la producción de astrolabios estuvo siempre ligada a los astrolabistas, personajes con reconocimiento social y más próximos a las escuelas científicas que a los talleres.¹⁶⁷ En los reinos cristianos y concretamente en el reino de Aragón del que se cuenta con documentación conservada, pudo iniciarse la especialización en la manufactura de astrolabios en el siglo XIV y en asociación con otras actividades científicas como la cartografía y la construcción de instrumentos para la navegación como la brújula.¹⁶⁸

La confluencia de conocimientos de diversa naturaleza, desde la abstracción matemática hasta la metalurgia o las artes de la orfebrería, el grabado y la caligrafía, invitan a descartar que esa variedad de saberes se organizara, de forma generalizada, en un taller adscrito a una organización gremial en la Edad Media. Los casos conocidos, como el de Jean Fusoris en París, se asocian a una condición personal especial, como la confluencia del saber astronómico y la habilidad artesanal en un individuo. Si hubo talleres astrolabistas autónomos en la Europa occidental medieval serían escasos y estructuralmente frágiles, ligados a la vida de sus fundadores. Parece más plausible el establecimiento de una estructura temporal *ad-hoc* ligada a una petición concreta de un astrolabio por un comitente que “subcontrataba” cada una de las actividades, bien intelectuales, de tipo astronómico/matemático, bien manuales de orfebrería.

En cuanto a las iniciativas centroeuropeas de finales el siglo XV, se enmarcan ya en los nuevos modelos productivos que florecerían en el siglo XVI con el acercamiento entre la actividad intelectual y la manual como clave para el establecimiento de los gérmenes de lo que serían los centros de producción de instrumentación científica en el siglo XVII.

La coordinación conseguida en el proceso complejo de manufactura de un astrolabio durante el periodo medieval se evidencia en la calidad de los mismos. Como ya se ha indicado, hay que esperar hasta el siglo XVI para constatar documentalmente la existencia de talleres dedicados a la construcción de instrumentos científicos, de navegación y de medida del tiempo,

¹⁶⁶ El astrolabio se encuentra en el Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 45747).

¹⁶⁷ MADDISON (1969), p. 21. Maddison considera que todos los astrolabistas islámicos eran astrónomos con habilidades en el trabajo en metal, algo similar a lo que fue Jean Fusoris.

¹⁶⁸ GONZÁLEZ ARCE (2009), pp. 29-30. Los documentos más antiguos sobre gremios de plateros en Castilla son del s. XV aunque existieron desde antes. En sus ordenanzas no se menciona nada sobre el trabajo en latón aunque no se prohíbe tampoco; LEWIS (1937).

no sólo astrolabios sino también esferas armilares, cuadrantes, relojes o brújulas, en lugares como Viena con Hans Dorn (ca.1430-1509), Núremberg con Georg Hartmann (1489-1564) o Lovaina con Gemma Frisius (1508-1555) y su sobrino Gualterius Arsenius (activo 1554-1579), asociados a las universidades de esas ciudades.¹⁶⁹ Había diferencias constructivas y de materiales entre los distintos tipos de instrumentos que realizaban, pero todos compartían un proceso similar al que se propone en este trabajo, un proceso en el que confluían agentes diversos en cuanto a formación y consideración social que se fueron acercando en los siglos posteriores.

3.4.- LOS TALLERES DE ASTROLABIOS EN AL-ANDALUS

El hecho de que los astrolabios andalusíes estén firmados, salvo raras excepciones, permite identificar los lugares, fechas y nombres implicados en su manufactura. En el capítulo 4 (punto 4.5) se presenta una tabla-resumen de los 34 astrolabios andalusíes catalogados, seguida de una serie de análisis comparativos. Aquí nos centramos en las ciudades que figuran en las inscripciones de autoría y en los propios autores para visualizar el mapa de los talleres astrolabistas en al-Andalus. Los datos tabulados cronológicamente, excluyendo los astrolabios anónimos (6 de los 34 catalogados), son los siguientes:

Periodo Ciudad	Califal omeya	Taifa	Almohade	Nazarí
Córdoba	Muhammad ibn al-Šaffār			
Toledo	Muhammad ibn al-Šaffār	Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī (2 astrolabios)		
Valencia		Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī		
		Muhammad ibn Saʿīd al-Sahlī		
		Ibrāhīm ibn al-Sahlī		
Zaragoza		Muhammad ibn Saʿīd al-Šabbān al-Saraqustī		
		Aḥmad ibn Muhammad al-Naqqāš		
Guadalajara		Muhammad ibn Saʿīd al-Šabbān al-Saraqustī		
Sevilla			Muhammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī (9 astrolabios)	Muhammad ibn Yūsuf ibn Ḥātim
Murcia				Muhammad ibn Muhammad ibn Huḍayl
Granada				Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo (3 astrolabios)
				Muhammad ibn Faraʿy
				Muhammad ibn Zawāl
Guadix				Ibrāhīm ibn Muhammad ibn al-Raqqām
Alcalá la Real				Aḥmad ibn ʿAlī al-Šarāfi

¹⁶⁹ TURNER (1987), p. 33; HARTMANN (2002); SCHECHNER (1998), p. 8. En el taller de Georg Hartmann (1489-1564) de Núremberg hay evidencias de la división del trabajo de construcción de astrolabios entre varios miembros del taller que estampaban marcas numéricas en las piezas para que se montaran en un solo instrumento.

En términos generales, las ciudades en las que se manufacturaron los 28 astrolabios firmados que nos han llegado son aquellas que tuvieron más relevancia política y económica en el periodo temporal concreto. Sin embargo hay algunos detalles que es interesante destacar tanto en lo que a las ciudades se refiere como a los firmantes autores/implicados en la manufactura de los astrolabios.

En el periodo califal omeya, nos ha llegado un nombre vinculado a Córdoba, el de Muḥammad ibn al-Ṣaffār, aunque contamos con otros dos astrolabios, uno sin inscripción de autoría y el otro firmado por Jalaf ibn al-Muʿāḍ pero sin indicar la ciudad donde lo hizo, que se consideran realizados también en Córdoba (ver tabla-resumen en 4.5.1 y fichas A1, A2 y A3).

Muḥammad ibn al-Ṣaffār fue un importante astrolabista de este periodo califal y dijo el historiador y cadí de Toledo Ṣāʿid al-Andalusī, en su obra *Kitāb tabaqāt al-umam* (Libro de la Categoría de las Naciones), que era *célebre por su habilidad, no existiendo en al-Andalus, antes que él, quien los construyera mejor*.¹⁷⁰ Era hermano del astrónomo andalusí Abū-l-Qāsim Aḥmad ibn al-Ṣaffār (m. 1035), que elaboró un importante tratado sobre el uso del astrolabio (ver capítulo 8, punto 8.1.1). El término “*al-ṣaffār*” quiere decir “artesano del latón y el cobre” lo cual indica que ambos hermanos, el astrónomo y el astrolabista, eran hijos de un artesano del metal.¹⁷¹ Nos han llegado dos astrolabios firmados por Muḥammad ibn al-Ṣaffār, uno realizado en Córdoba en 1026 (ficha A3) y otro realizado en Toledo en 1029 (ficha A4), tal y como se recoge en la tabla. De toda esta información se pueden sacar algunas conclusiones. La primera es que los modelos de “taller” familiar donde padres, hijos y hermanos comparten actividades idénticas o próximas entre sí que se repiten en periodo medieval, se siguieron también en este caso. Elevando un grado el nivel de hipótesis que planteamos, podríamos suponer incluso que las mujeres del “clan al-Ṣaffār”, hijas, madres, hermanas y esposas, participaron en las tareas de grabación de las inscripciones que tienen los astrolabios completando el proceso constructivo propuesto en el punto 3.3 de este mismo capítulo (sobre astrolabios y mujer ver capítulo 6, punto 6.5). La segunda conclusión tiene que ver con el hecho de que el segundo astrolabio que nos ha llegado de Muḥammad ibn al-Ṣaffār esté firmado en Toledo y no en Córdoba. La situación política que se estaba viviendo en Córdoba en esas fechas permiten suponer que este astrolabista trasladó su taller de Córdoba a Toledo en algún momento entre 1026 y 1029 iniciando en esta ciudad lo que sería la edad de oro de la ciencia y la instrumentación científica en el reino taifa de Toledo tras la caída del califato en 1031.

Ya en el Toledo taifa, destaca sin duda la figura de Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Mawāzīnī al-Sahlī, uno de los astrolabistas más sobresalientes de al-Andalus y del que nos han llegado tres astrolabios, dos firmados en Toledo y uno en Valencia (fichas A6, A7 y A8). El término “*al-Sahlī*” (el de la plana) de su nombre parece indicar que nació en Castellón de la Plana y el otro término, “*al-Mawāzīnī*” que quiere decir “el de las balanzas” puede indicar que en el taller que

¹⁷⁰ ṢĀʿID AL-ANDALUSĪ (2000), p. 148.

¹⁷¹ MARÍN (1996), p. 274.

dirigía también se hacían balanzas de precisión.¹⁷² Trabajó en Toledo en el momento de máximo esplendor de la ciencia en al-Andalus y se trasladó a Valencia en fecha desconocida pero anterior a 1071, siendo este el único caso que se conoce de traslado de un astrónomo/astrolabista de Toledo a Šarq al-Andalus, quizá previendo la conquista de la ciudad por Alfonso VI.¹⁷³ Este traslado permite plantear la existencia de un taller de instrumentos astronómicos en Valencia dirigido por Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī y en el que también trabajó su hijo Muḥammad ibn Saʿīd al-Sahlī del que nos ha llegado un astrolabio firmado en el año 1090 (ficha A13).

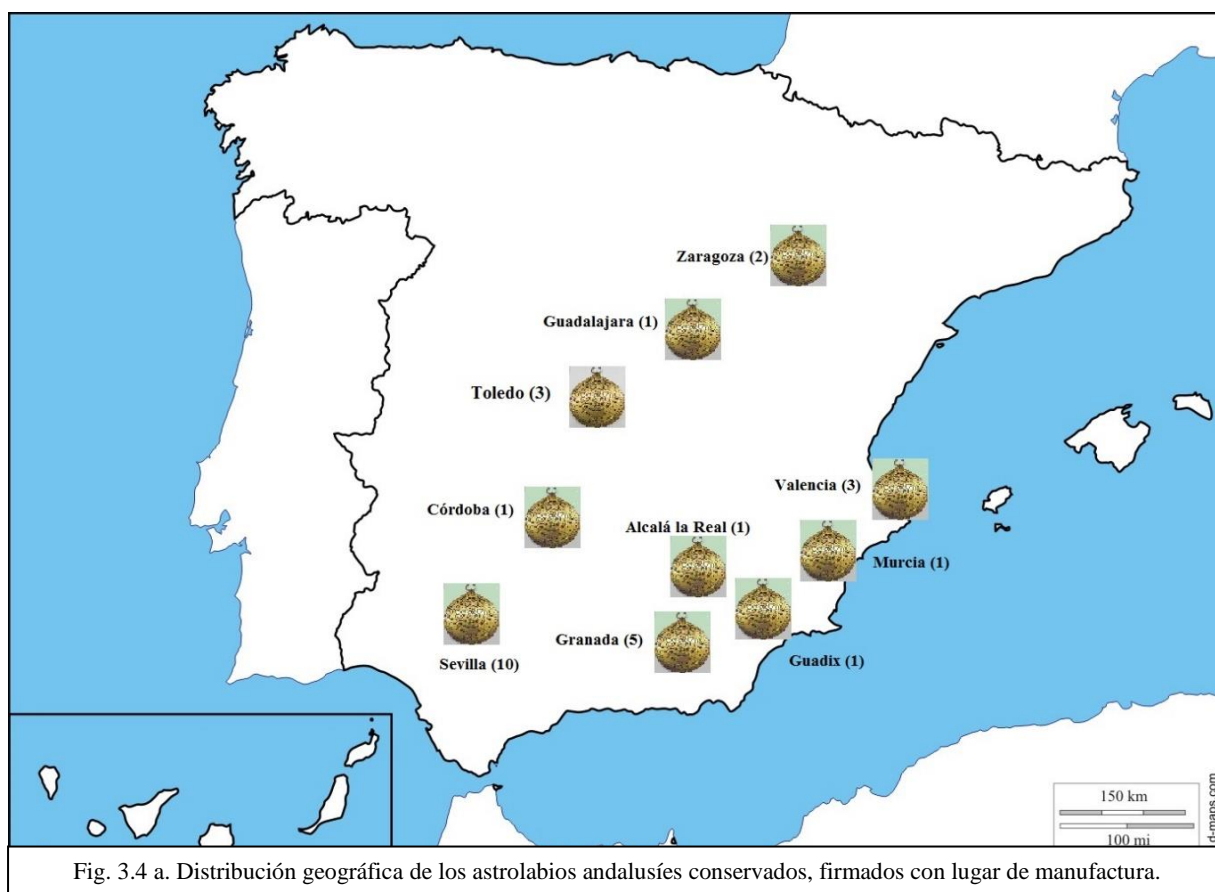


Fig. 3.4 a. Distribución geográfica de los astrolabios andalusíes conservados, firmados con lugar de manufactura.

Adicionalmente, padre e hijo firmaron un globo celeste en el año 478H/1085-1086 para el visir Abū ʿIsā ibn Lubbūn, que se conserva en el Museo Galileo de Florencia y se les atribuye la autoría de otro similar conservado en la Biblioteca Nacional Francesa.¹⁷⁴ Volvemos a encontrar de nuevo un taller familiar, con un padre y un hijo que realizan instrumentos astronómicos y no sólo astrolabios y también se repite de nuevo el traslado del taller por razones políticas.

¹⁷² SAAVEDRA (1875), p. 402.

¹⁷³ FORCADA (2004), p. 51. *Šarq al-Andalus*, que en árabe quiere decir “el este de al-Andalus” es el modo en que se llama, en las fuentes andalusíes, a toda la zona levantina.

¹⁷⁴ Sobre el globo celeste del Museo Galileo de Historia de la Ciencia de Florencia (nº inventario 2712, ICN#6001) ver STRANO (2010), p. 17 y MEUCCI (1878); Sobre el globo celeste atribuido al mismo autor y conservado en la BNF de París ver KING (1992b), pp. 378-379 y DESTOMBES (1958), pp. 304-305; SAVAGE (2013), pp. 126-127. La iconografía de las constelaciones mostradas en el globo celeste del Museo Galileo no se asemeja a la del Libro de las Constelaciones de las Estrellas (*Kitāb suwar al-kawakib*) escrito en ca. 353H/964 por Abū-l-Husayn ʿAbd al-Rahman al-Sufī (291H-376H/903-986), astrónomo en Shiraz en la corte Búyida (dinastía que controló Persia en los s. X y XI) de ʿAdud al-Dawla (r. 949-983).

Hay datos de otro astrolabista andalusí de nombre similar, que firma como Ibrāhīm al-Sahlī, activo en Valencia y del que nos ha llegado un astrolabio fechado a finales del año 478H/1086 (ficha A12). Aunque durante mucho tiempo se pensó que era el mismo Ibrāhīm que se inició en Toledo y se trasladó a Valencia, hoy se les considera dos individuos distintos.¹⁷⁵

Pasamos a otro de los reinos taifas y a la figura de Muḥammad ibn Saʿīd al-Ṣabbān al-Saraqustī que, como su *nisba* indica, nació en Zaragoza. De él se sabe que viajó al Cairo a estudiar matemáticas y a su regreso diseñó los dos astrolabios firmados con su nombre que nos han llegado, uno realizado en Zaragoza (ficha A9) y otro en Guadalajara (ficha A11). Este astrolabista formó parte, junto a sus contemporáneos Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī y Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš, de la gran generación de constructores andalusíes de instrumentos científicos del siglo XI.¹⁷⁶ Resulta de algún modo inesperado encontrar grabado en un astrolabio del siglo XI el nombre de Madīnat al Faraʿy, que fue el primer nombre islámico que tuvo la ciudad de Guadalajara en el siglo VIII. Después fue conocida por Wād al-Ḥaʿyara, que quiere decir “Río/Valle del Hayara”, que es el nombre islámico del río Henares, junto al que estaba asentada la ciudad. De ese término derivó “Guadalajara” que es como se conoció a la ciudad tras su conquista por Alfonso VI en 1085.¹⁷⁷ Teniendo en cuenta que la fecha que se indica en el astrolabio, 474H, corresponde a los años 1081-1082, esta ciudad fronteriza se encontraba ya a punto de pasar a manos cristianas.¹⁷⁸ Hasta el momento no se ha encontrado ninguna otra información que justifique la manufactura de un astrolabio en una ciudad como Guadalajara en la que no se ha documentado ninguna actividad intelectual ligada a la astronomía. Una posible explicación es que el desconocido comitente de este astrolabio tuviera alguna vinculación con Guadalajara y facilitara que una parte del proceso constructivo, por ejemplo el de la grabación de las inscripciones, se realizara allí.

Para completar el fecundo periodo taifa destacamos la figura de Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš que lamentablemente no aparece identificado en ninguna fuente conocida hasta el momento. Pero el término “*al-naqqāš*” (el grabador) que aparece en el nombre de su padre (Aḥmad hijo de Muḥammad el grabador) se localiza en algunos otros nombres de astrolabistas islámicos, siendo el más relevante, en al-Andalus, Abū Ishāq Ibrāhīm Ibn Yahyā al-Naqqāš al-Qurtubī al-Zarqālluh (420H-493H/1029-1100), conocido en las fuentes latinas como Azarquiel del que sabemos por las fuentes que trabajaba en el taller de trabajos en metal de su padre (detalles en el punto 3.2.2 de este mismo capítulo). Esto refuerza la hipótesis de considerar que el firmante de los astrolabios era, en muchos casos, el responsable de grabar las inscripciones y estaba vinculado familiarmente a un taller de trabajo del metal.

¹⁷⁵ VILADRIC (1992), p. 61.

¹⁷⁶ MADDISON (1957), p. 19.

¹⁷⁷ CHAVARRÍA (2007), pp. 94-97. Durante los s. IX y X el único topónimo mencionado en las fuentes islámicas es Madīnat al Faraʿy pero, en el s. XI, convive ese nombre, referido al núcleo amurallado, con el de una barriada cercana al río que se llamaba Wādī l-Ḥiyāra.

¹⁷⁸ Guadalajara y sus alrededores formaban parte de la Marca Media de al-Andalus. Era una zona militar y defensiva. Un estudio sobre esta zona geográfica desde la conquista de al-Andalus en el s. VIII hasta la conquista por Alfonso VI en 1085 en HERRERA CASADO (1985), pp. 9-26.

Del periodo almohade sólo nos han llegado astrolabios de Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī, importante astrolabista de origen sevillano que trabajó tanto en Sevilla como en Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237 en Sevilla y otros en Marrakech. Es relevante destacar que en las dos azafeas, fechadas en 613H/1216-1217 (ficha A15) y 615H/1218-1219 (ficha A17), se incluye en la inscripción de autoría, tras el nombre de Sevilla, el término “protéjala Dios”. Eso es interpretado por Woeckpe como un deseo de que Sevilla no sufra las consecuencias de la gran derrota almohade en la batalla de las Navas de Tolosa en 1212, en una fecha aún próxima a la de manufactura de estos instrumentos.¹⁷⁹ No podemos terminar con al-Jamā'irī sin destacar que es el único astrolabista andalusí con ejemplares firmados en Sevilla y Marrakech y que testifican la capitalidad bicéfala del imperio almohade.

El primero de los astrolabios de periodo nazarí que nos ha llegado lo firma Muḥammad ibn Yūsuf ibn Ḥātim y aunque indica también el año de manufactura, no incluye la ciudad. En ese año 638H/1240-1241 el astrolabio pudo ser realizado en Granada, la capital del aún joven reino nazarí, o bien provenir de los talleres astrolabistas de Sevilla tan fecundos durante el periodo almohade.

Sin duda el más importante de los constructores de astrolabios nazaríes fue Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo cuya biografía conocemos gracias a su coetáneo Ibn al-Jatīb (Loja, 1313–Fez, 1374) autor de *al-Iḥāta fī ajbār Garnāṭa* sobre la historia de Granada. Así sabemos que era de Šarq al Andalus (el Levante peninsular) y que se trasladó con su padre, un *sayj al-yamaa* (maestro de la comunidad en el arte de construir instrumentos) a Granada, lugar en el que desempeñaría el cargo de *muwaqqit* de la mezquita aljama que contaba con un completo equipo de astrónomos.¹⁸⁰ Se considera que su padre fue precisamente otro personaje recogido por Ibn al-Jatīb que respondía al nombre de Abū 'Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāšo (m. 716H/1316-17), teólogo, matemático y astrónomo que fue *rais al-muwaqqitin* (jefe de los *muwaqqits*) de la mezquita mayor de Granada y autor de un importante tratado del astrolabio para uso en todas las latitudes (ver capítulo 8, punto 8.1.1).¹⁸¹ A juzgar por la *nisba* que comparten (*al-Aslamī*), habitual entre los conversos al Islam, y por el antropónimo de origen romance “Basso” (que aparece documentado en mozárabes toledanos de los siglos XII y XIII), ambos serían descendientes de un mozárabe converso al Islam y miembros de una familia de constructores de instrumentos astronómicos.¹⁸² La coincidencia de apellido con Aḥmad Ibn Bāšo, activo entre 1160 y 1189, y arquitecto de la mezquita almohade de Sevilla y su torre de la Giralda, invita a considerarlos parientes. Según la misma fuente, la *Iḥāta* de Ibn al-Jatīb, Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo se hizo célebre por su habilidad en la construcción de instrumentos astronómicos y consiguió que sus piezas, por las que se pagaban precios muy altos, desplazasen a las de otros

¹⁷⁹ WOEPCKE (1991), p. 38.

¹⁸⁰ Un buen análisis sobre esta figura presente en las mezquitas andalusíes al menos desde el s. XIII en KING (1996), pp. 286-346.

¹⁸¹ CALVO (1996), Vol II, pág.758. Emilia Calvo considera que el lazo de parentesco era el de padre e hijo pero no hay constancia documental de ello.

¹⁸² EIROA (2006), p. 70.

reputados autores como el sevillano Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī (s. XIII) o el cordobés Ibn al Ṣaffār (s. XI), de los que ya se ha tratado. Nos han llegado tres astrolabios de este autor, fechados en 694H/1294-1295 (ficha A27), 704H/1304-05 (ficha A28) y 709H/1309-10 (ficha A29). Todos los datos que proporcionan las fuentes escritas y las propias inscripciones en los astrolabios nos llevan a un escenario que se repite desde el periodo omeya: taller familiar y traslado de una zona a otra por razones políticas. En este caso el traslado lo realizó el padre, del levante peninsular, quizá Murcia con tradición científica, a la Granada nazarí y ya ambos ejerciendo en Granada el cargo de *muwaqqit* e involucrados en la construcción de astrolabios.

Sólo nos ha llegado un instrumento firmado en la Murcia andalusí, la azafea de Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl (ficha A25), del que no nos ha llegado ninguna otra información. El importante legado de la ciencia que se desarrolló en Murcia pudo plasmarse en el único astrolabio firmado por Ibrāhīm ibn Muḥammad ibn al-Raqqām en Guadix (ficha A31) que pudo ser el hijo del gran intelectual Muḥammad ibn al-Raqqām al-Andalusī (m. 715H/1315), en opinión de Julio Samsó. Este matemático, astrónomo, médico y alfaquí de origen murciano, autor de un famoso tratado sobre relojes de sol, abandonó Murcia cuando la conquistó Alfonso X en 1266 para instalarse en Bugía (Túnez). Regresó a Granada en fecha posterior a 1280 invitado por el soberano nazarí Muhammad II (1273-1302) donde vivió hasta su muerte enseñando matemáticas, medicina y derecho.¹⁸³ De nuevo un padre y un hijo, ambos implicados en la construcción de instrumentos astronómicos, entre otras cosas.

Hasta este momento no se había identificado la ciudad que incluye en su inscripción de autoría el astrolabio de Aḥmad ibn 'Alī al-Šarafī (ficha A32). En ella se indica que lo realizó en Alcalá, pero ¿qué Alcalá?. La fecha de construcción es 1328-1329 y en esos momentos la única ciudad andalusí que incluía el término en árabe *al-qal'a* (la fortaleza) en su denominación era la que hoy conocemos como Alcalá la Real que no fue conquistada por Alfonso XI hasta agosto de 1341. La escasa bibliografía con la que cuenta este astrolabio supone que fue Alcalá de Guadaira el lugar de manufactura pero esa ciudad no era andalusí desde 1246 y por tanto debería descartarse porque el astrolabio tiene todas sus inscripciones en árabe. Si bien no se ha podido confirmar en ninguna fuente la identidad de Aḥmad ibn 'Alī al-Šarafī y su potencial vinculación a Alcalá la Real, parece la hipótesis más plausible.¹⁸⁴ Esta ciudad fronteriza del reino nazarí de Granada se nombra en las fuentes andalusíes como *Qal'at Aṣṭalir* o *Qal'at Yaḥṣub* desde el siglo VIII hasta el XII, *Qal'at Banī Sa'īd* o *Qal'a Sa'īdiyya* a partir del siglo XII y simplemente *al-Qal'a* en las fuentes más tardías y ese es el nombre que aparece en la inscripción de autoría.¹⁸⁵ En cuanto a la posible identidad del firmante del astrolabio, su *nisba*, al-Šarafī, invita a vincular a su familia con el Aljarafe sevillano.¹⁸⁶

¹⁸³ SAMSÓ (2011), pp. 414-417; EIROA (2006), p. 71.

¹⁸⁴ Mi agradecimiento a las Dras. Susana Calvo y Noelia Silva y al Dr. Jorge Lirola por su inestimable ayuda para tratar de encontrar fuentes que apoyasen o descartasen la hipótesis propuesta.

¹⁸⁵ VIDAL (2004), pp. 789-790; IBN JALDUN (1977), p. 457. Ibn Jaldun también identifica a esa ciudad como *al-Qal'a* en su *Al-Muqaddimah* (Introducción a la Historia Universal).

¹⁸⁶ MOLÉNAT (2012), p. 83. La *nisba* geográfica al-Šarafī proviene de la región sevillana del Aljarafe (al-Šaraf) que fue conquistada por los cristianos en 1248. A partir de esa fecha se documentan mudéjares con apellidos

3.5.- TALLERES DE ASTROLABIOS EN LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS

Sólo un astrolabio de los quince catalogados está firmado y fechado, el de Petrus Raimundi, un miembro de la casa del rey Pedro IV *el Ceremoniosos* de Aragón, que realizó en Barcelona en 1375 como se puede constatar en la tabla-resumen de los 15 astrolabios atribuidos a los reinos cristianos hispanos en el capítulo 5 (punto 5.5) y en el catálogo (ficha C13). De los catorce restantes, tres cuentan con una atribución hispana apoyada mayoritariamente por la historiografía: uno que se considera realizado en la Marca Hispánica, probablemente en Barcelona, a finales del siglo X (ficha C1) y otros dos que pudieron realizarse en Valencia y por tanto atribuidos a la Corona de Aragón (fichas C8 y C10). El resto de las atribuciones hispanas son una propuesta basada en los estudios *in situ* realizados a los astrolabios y, en todos los casos, respetuosa con las variadas atribuciones recogidas por la historiografía.

3.5.1.- Talleres de astrolabios en la Corona de Castilla

A pesar de la opinión en contra de todos los expertos que lo han estudiado, tanto españoles como de otros países, se mantiene, en cierta historiografía no especializada en instrumentos astronómicos, la idea de que un astrolabio conservado en el Museo Galileo de Florencia fue obra de Alfonso X el Sabio [Fig. 3.5. 1.a].

La principal razón para la incorrecta atribución del astrolabio en cuestión es que en algún momento del siglo XIX se encargó una copia facsímil de dicho instrumento por parte de Pedro González de Velasco que la trajo a España con destino a la Casa Real para trasladarse de allí al Museo Naval de Madrid en junio de 1876, donde se encuentra en la actualidad.¹⁸⁷ Tanto en este museo como en la documentación citada, se pone en valor esta copia facsímil por ser del “astrolabio de Alfonso X el Sabio”. El hecho de que el astrolabio original del museo florentino se asocie y exhiba junto a un estuche de piel, en cuyo



Fig. 3.5.1.a. Frente del astrolabio y estuche con inscripción en latín alusiva a Alfonso X el Sabio. Museo Galileo de Florencia (nº iv. 1113)

derivados de esa *nisba* en el reino de Castilla; HERRERA CASAIS (2009), pp. 222-223. Está documentada una familia de cartógrafos instalados en Sfax (Túnez) en los siglos XVI y XVII identificados como al-Šaraḥī que pudieron tener antecedentes andalusíes pues sus mapas se hacen eco de las migraciones forzosas de los moriscos andalusíes al norte de África; AHMAD (1992), pp. 170-171. Los mapas que los miembros de la familia al-Šaraḥī al-Šifāqṣī realizaron entre 1551 y 1601 cubren el Mediterráneo y el Mar Negro y están basados en los mapas de al-Idrīsī (1100-1165) y en los mallorquines; SOUCEK (1992), pp. 284-287. Están identificadas nueve generaciones de la familia al-Šaraḥī al-Šifāqṣī activas en Túnez y/o el Cairo, entre los siglos XVI y XVIII, y relacionadas con la cartografía, las matemáticas y la astronomía.

¹⁸⁷ FERNÁNDEZ GONZÁLEZ (2006), p. 65.

interior no cabe, con un texto en letra del siglo XIX que menciona a Alfonso X, contribuyó a mantener el error, involuntario o quizá voluntario. El texto escrito en el estuche dice: “*Astrolabium arabicum ex Hispania delatum et paratum eo tempore, quo aequinoctium uernum haerebat in die 15 Martii, id est anno Christi 1252 quo Alfonsus rex Hispaniarum restituit motus coelestes*” cuya traducción es “Astrolabio árabe traído de España y preparado para el tiempo en que el equinoccio de primavera coincidía con el día 15 de marzo, en el año de Cristo de 1252, en que Alfonso rey de España restableció los movimientos celestes”.¹⁸⁸ El texto es incorrecto en cuanto a la información sobre los equinoccios y sobre las actividades astronómicas del rey castellano y, por todo ello, David King lo aparca con un rotundo “the whole text is nonsense” (el texto completo es un sinsentido).¹⁸⁹ Para complicar más la situación, Robert Gunther en 1932 lo consideró el astrolabio del papa Silvestre II, que fue el monje francés Gerberto de Aurillac, atribución de la que se hizo eco otra parte de la historiografía hasta que también David King descartó el error.¹⁹⁰

Los estudios que del astrolabio y su copia facsímil del Museo Naval realizó en 1875 Eduardo Saavedra y en 1945 Salvador García Franco señalan varias razones que descartan su relación con Alfonso X de Castilla y sugieren un origen abasí del astrolabio con un retallado incorrecto de su *dorso* con grafía latina realizado en algún momento entre los siglos XVI y XIX. El especialista en astrolabios David King va un paso más allá y lo considera una falsificación del siglo XIX que podría confirmarse si se hiciera un análisis metálico a sus piezas.¹⁹¹ Mi estudio *in situ* del astrolabio me lleva a la misma conclusión y lo considero el resultado de un ejercicio historicista decimonónico como otros que se realizaron para ensalzar una figura de la historia de España, en este caso la de Alfonso X. Para hacerlo debió tomarse como referente una *araña* abasí, que son las más antiguas que nos han llegado, junto a la información de un tratado del astrolabio en latín de los muchos que circularon por los países europeos desde el siglo XVI. Sería muy pertinente realizarle un sencillo análisis mediante Fluorescencia por Rayos X para confirmar que el latón no es medieval, aunque no parece que el Museo Galileo lo considere prioritario.

Descartada la relación del astrolabio del museo Galileo con un taller de la Corona de Castilla, se pueden identificar algunos, de entre los 15 catalogados, que podrían haber sido castellanos, realizados en Toledo o en Sevilla que fueron ciudades con tradición astrolabista

¹⁸⁸ SAAVEDRA (1875), p. 411. Saavedra considera que el estuche y el texto que hay en él no tienen nada que ver con el astrolabio que no es hispano ni tuvo ninguna relación con Alfonso X sino que es oriental por la grafía que utiliza y por el tipo de numeración usado en las *láminas* que no es andalusí; GARCÍA FRANCO (1945), p. 138. Señala los claros errores del texto escrito en el estuche en lo que se refiere a la fecha del equinoccio de primavera del año 1252 que no fue el 15 de marzo sino el 13. La erudición astronómica de Alfonso X y sus sabios era tal que nunca hubieran comisionado un astrolabio con ese grave error; GARCÍA FRANCO (1959), pp. 191-192. Considera que quien retallara el astrolabio abasí tuvo delante los textos alfonsíes y trató de acercar el astrolabio a lo allí expuesto para relacionar el instrumento con Alfonso X; SAAVEDRA (1878), p. 175. Alfonso X no corrigió los movimientos de los astros en 1252, ese es el año de comienzo de su reinado; el día 15 de marzo no era la fecha del equinoccio en el s. XIII sino en el s. X y por tanto el dato se debió tomar de un astrolabio de esa fecha.

¹⁸⁹ KING (2005h), p. 494.

¹⁹⁰ GUNTHER (1932), pp. 230-231; KING (2005h), pp. 441-544.

¹⁹¹ KING (2005h), p. 489.

andalusí antes de su conquista. Así, el astrolabio conservado en la colección particular de Nasser D. Khalili con fecha posible de manufactura en la segunda mitad del siglo XIII (ficha C9) tiene posibilidades de estar vinculado al reinado de Alfonso X. Otro candidato a relacionarse con la Corona de Castilla es el conservado en el Museo Aga Khan de Toronto (ficha C12) que tiene inscripciones en latín, árabe y hebreo, las tres lenguas presentes en la Castilla medieval.

3.5.2- Talleres de astrolabios en la Corona de Aragón

Los archivos de la Corona de Aragón, con su extraordinaria riqueza documental y su gran nivel de detalle, nos permiten bocetar cómo se articuló la producción de astrolabios, en particular en los reinados de Pedro IV el *Ceremonioso* y de su hijo Juan I el *Cazador* de los que nos han llegado documentos a ese respecto. Fue la comunidad judía de Mallorca la que constituyó los más importantes talleres de construcción de instrumentación científica y de navegación de la segunda mitad del siglo XIV, bajo la protección de sus mejores clientes: los reyes e infantes de Aragón (ver el estudio de la documentación en el capítulo 8 punto 8.3.1).

La Corona de Aragón había perdido en 1276 sus posesiones en Mallorca, pero la conquista de las islas por Pedro IV en 1343 puso bajo su corona una comunidad judía en Mallorca con extraordinarios constructores de instrumentos científicos y de cartas náuticas. Entre ellos destacan los astrolabistas Isaac Nafucí y los hermanos Bellshom y Vidal Efraim Girondi, receptores de abundantes pedidos reales para la elaboración de astrolabios y cuadrantes tanto en latón como en metales nobles, además de los muy conocidos Abraham Cresques y Yafuda Cresques, autores de cartas náuticas. Sin duda el más importante maestro astrolabista mallorquín fue Isaac Nafucí al que Pedro IV denomina *domestico nostro magistro artífice stelabriorum* o *mestre d'astrolabis* y al que recompensó, no sólo económicamente en cada pedido de astrolabios que le hizo, sino también nombrándole Rabino Mayor de Mallorca en 1362 y, por tanto, poniéndole al frente de esa importante comunidad judía.¹⁹² En agradecimiento, Isaac Nafucí y su hijo enviaron al rey un cuadrante de plata valorado en 20 reales de oro de Mallorca. Isaac Nafucí aparece por primera vez en la documentación de los archivos reales en 1359 cuando Pedro IV le encargó un astrolabio y un reloj, viajó en varias ocasiones a la corte de Barcelona a petición real y trabajó tanto para el rey Pedro IV como para su sucesor Juan I el *Cazador*.¹⁹³

Pero no fueron sólo judíos mallorquines los que hicieron astrolabios para los reyes de Aragón, también recibieron encargos los judíos residentes en Perpiñán Naçan del Barri y Mestre Jacob, así como los orfebres de Barcelona Bernat des Plà y el judío Salomón Barbut.¹⁹⁴ En algunos documentos se informa sobre dos de las fases de construcción de un astrolabio: la ejecución en metal de las partes que lo componen y la posterior grabación de las curvas astronómicas y las inscripciones como en el trabajo secuencial del orfebre valenciano Guillen

¹⁹² RUBIÓ i LLUCH (1921), pp. 144-145. Montesono, 9 de diciembre de 1362 [ACA, reg. 1422, f.54-55v].

¹⁹³ MILLÁS (1962a), p. 77. Por los servicios profesionales prestados a la Corona, le fue concedida a Nafucí la “familiaridad real” en 1360, siéndole ratificada en 1381 por el infante Juan.

¹⁹⁴ Salomón Barbut aparece en documentos notariales realizando cubiertas de plata para libros eclesiásticos encargados por canónigos de Vic y Valencia. [ver HERNANDO (1994), pp. 205 y 214].

de Bisaya y el platero judío Jacobo de Perpiñán en 1345-1346 para la construcción de un astrolabio a petición de Pedro IV el *Ceremonioso* (ver capítulo 8, punto 8.3.1).

El único astrolabio medieval hispano firmado se realizó en Barcelona en 1375 por un tal *Petrus Raimundi domo regis aragonesis* (ficha C13) y eso implica la existencia de, al menos, un taller de astrolabios en esa ciudad. Sobre la posible identidad de Pedro Raimundo, o Pere Ramón, miembro de la casa del rey de Aragón, como él mismo se denomina, se propone la hipótesis de que estuviera emparentado con el médico del mismo nombre, *Petrus Raimundi, magister in artibus et bacallarius in medicina*, autor de la obra médico-filosófica *Tractatus primus Rosae Philosophiae* fechada en 1338 y de la que se conserva una copia de 1490 en la Biblioteca Colombina y Capítular de Sevilla.¹⁹⁵ El *Tractatus* estudia las relaciones entre astronomía/astrología y medicina, disciplinas relacionadas entre sí en la Edad Media. La obra está dedicada a Arnaldus de Manso, obispo de Urgell, que debió apoyar la carrera intelectual de Petrus Raimundi y en concreto la elaboración del *Tractatus* que tuvo lugar en Tremp, una ciudad a 85 km de Lleida, sede de la primera universidad de la Corona de Aragón, fundada en 1300 por Jaime II (1291-1327).

Teniendo en cuenta que el libro de Petrus Raimundi se fecha en 1338 y que el astrolabio lo está en 1375, no parece probable que se trate del mismo individuo, pero sí es posible que fueran parientes, padre e hijo o abuelo y nieto. La tradición de mantener los mismos nombres de pila en la familia generación tras generación y la evidencia de que normalmente el ejercicio de la medicina también pasaba de padres a hijos, invita a proponer que el Petrus Raimundi que firmó el astrolabio pudo ser médico del rey Pedro IV, emparentado con el autor de *Tractatus primus Rosae Philosophiae* y que ambos consiguieron su graduación en medicina en el *Studium Generale* de Lleida.¹⁹⁶ Es relevante destacar que, si bien los *físics* o médicos de la casa del rey de Aragón debían ser dos según las *Leges* de 1337, Pedro IV tenía al menos diez en 1356, tres de ellos judíos.¹⁹⁷ Si un médico del rey firmó un astrolabio ¿qué papel jugó en su manufactura? La respuesta no es trivial pues pudo ser el comitente que lo encargó para usarlo en sus servicios al rey como médico, o pudo participar personalmente en su diseño dado que estaba suficientemente formado en geometría y astronomía como para haberlo llevado a buen término. Cuesta más suponer que estuviera directamente implicado en la ejecución material en latón de sus piezas pues la actividad manual tenía una menor consideración social en este siglo XIV y no es una habilidad sencilla de adquirir. No obstante, tampoco se puede descartar pues el mejor documentado de los astrolabistas medievales de un reino cristiano, que fue el francés Jean

¹⁹⁵ Mi agradecimiento al Dr. Antonio Momplet por señalarme la figura de Pere Ramón. Sobre este intelectual y su obra ver: PERARNAU (1998); ÁLVAREZ MÁRQUEZ (2003), pp. 57 y 99. *Tractatus primus Rosae Philosophiae* fue uno de los 15.344 libros registrados en la biblioteca de Hernando Colón (1488-1539), el segundo hijo de Cristóbal Colón (1451-1506).

¹⁹⁶ La astronomía era una de las siete Artes Liberales y se impartía a los estudiantes de medicina en el *Studium Generale* de Lleida. Detalles sobre este tema en ARRIZABALAGA (2004), pp. 373-374; SERRA (1931), pp. 42-44. La estructura del Estudio General de Lleida era de 4 facultades: Derecho Canónico, Derecho Civil, Medicina y Artes Liberales. Cada facultad expedía 4 títulos: bachiller, licenciado, magister y doctor (éste último sólo en Derecho). El título de “magister” se expedía para Medicina y Artes; BUSQUETA (2000).

¹⁹⁷ LADERO (2014), p. 206.

Fusoris y que tuvo como cliente al rey Juan I de Aragón, era médico, canónigo de Notre-Dame de París y además tenía un taller de construcción de astrolabios.¹⁹⁸ No parece que el ejercicio de la medicina y la manufactura de instrumentos astronómicos fueran actividades incompatibles.

La documentación estudiada hasta el momento no permite precisar qué talleres hubo activos en territorios de la Corona de Aragón, además de los de Mallorca y Barcelona durante la Edad Media, aunque la presencia, en tres astrolabios (fichas C8 y C10 y retallado del astrolabio andalusí A5), de algunas inscripciones en lengua vernácula, identificada por los filólogos como catalán en su variante valenciana, invita a suponer que hubo en Valencia al menos un taller de astrolabios, activo desde la segunda mitad del siglo XIII.

3.5.3- Talleres de astrolabios en el reino de Navarra

La información encontrada en Kassel relativa a la existencia de una colección de instrumentos científicos en la corte de Navarra, muy probablemente del rey Carlos III el *Noble* (1361-1425) no permite deducir que hubiera algún taller de astrolabios en Pamplona. El hecho adicional de que Pedro de Navarra (1366-1412), conde de Mortain y hermano del rey Carlos III de Navarra fuera el receptor de la dedicatoria del tratado del astrolabio que escribió Jean Fusoris podría llevar a pensar que Pedro de Navarra promovió la construcción de astrolabios pero, como siempre vivió en Francia, no es plausible que impulsara el establecimiento de un taller en territorio navarro.¹⁹⁹

Por último indicar que dos de los astrolabios del catálogo llevan, cada uno, una *lámina* destinada a su uso en Pamplona: el astrolabio nazarí firmado por Aḥmad ibn ‘Alī al-Šarāfi (ver ficha A32) fechado en 1329 que incorpora una *lámina* para uso en Tudela y Pamplona (de un total de siete *láminas* inscritas por ambas caras) y un astrolabio atribuible a los reinos cristianos en *ca.* 1300 (ver ficha C8) que lleva una *lámina* con la inscripción “*Panplona*” (de un total de seis *láminas* inscritas por ambas caras). En ninguno de los dos casos puede suponerse que la manufactura se hiciera en el reino de Navarra pues el nazarí lleva todas sus inscripciones en árabe y el segundo tiene algunas en la variante valenciana del catalán y en latín.

¹⁹⁸ Sobre Juan Fusoris, ver el punto 3.3 en este mismo capítulo y POULLE (1963).

¹⁹⁹ Información sobre la colección de instrumentos científicos del rey de Navarra y sobre Pedro de Navarra en el capítulo 8, punto 8.3.2.

CAPÍTULO 4: DEL ORIGEN DEL ASTROLABIO A SU PRESENCIA Y DESARROLLO EN AL-ANDALUS

4.1.- PRECEDENTES BABILONIOS DEL ASTROLABIO

La precisión que consiguieron astrónomos de Babilonia en medidas relacionadas con la predicción de los eclipses de luna, la fijación de las fases lunares y el establecimiento de los signos del zodiaco invitan a pensar que pudieron desarrollar algún instrumento de apoyo a los meros enunciados teóricos. La ya mencionada formulación de la proyección estereográfica de la esfera en el plano realizada por Hiparco de Nicea en el siglo II a.C., que es la base matemática del astrolabio, pudo tener como precedente lo que parecen ser proyecciones gráficas de la bóveda celeste en un plano conservadas en tablillas de arcilla babilonias que encontró Layard (1817-1894) en la biblioteca de Nínive.²⁰⁰

No se puede afirmar que una sociedad como la babilonia pudiera calcular el tiempo en cada momento del día, el mes y el año aunque conociera los ciclos y la periodicidad de ciertos eventos astronómicos. Es difícil precisar en qué momento el hombre cambió el paradigma sobre el “cálculo del tiempo”, pasando de abordarlo desde la filosofía a hacerlo desde la astronomía y la tecnología. El historiador de la ciencia Derek Price considera que ese cambio debió suceder en torno al siglo I a.C. que es el momento en que se registra la existencia de astrolabios y otros instrumentos de precisión capaces, entre otras cosas, de calcular el tiempo.²⁰¹

4.2.- INSTRUMENTOS ASTRONÓMICOS EN LA GRECIA HELENÍSTICA

Ya se ha relatado en el capítulo 2 que, a partir de la formulación de la proyección estereográfica de la esfera en el plano, se inició el interés por explotar sus posibilidades trasladándolas a un instrumento para calcular el tiempo. Aún quedaba un largo camino para llegar al diseño final de un instrumento de la sofisticación de un astrolabio, pero tanto los textos conservados como algunos restos arqueológicos nos desvelan partes de ese trayecto.

Vitruvio (s. I a.C.) explica en su tratado *De Architectura* que los astrónomos Eudoxio de Cnidos (s.IV a.C.) y Apolonio de Perga (s. III a.C.) construyeron un aparato que constaba de dos partes, una fija con las horas y propia de una cierta latitud y otra movable que representaba el cielo con unas flechas indicando el sol y los signos del zodiaco. Vitruvio llamó a estos instrumentos “medidores de tiempo anafóricos” y, aunque desconocemos cómo eran realmente poseen ya elementos que terminarán incorporados a los astrolabios.²⁰² El instrumento que describe Vitruvio dotado de una *araña* es un reloj anafórico y también usa la proyección estereográfica sobre el plano.²⁰³

²⁰⁰ GUNTHER (1932), p. 52.

²⁰¹ PRICE (1975), p. 367.

²⁰² GUNTHER (1932), p. 55.

²⁰³ SCHECHNER (1998), p. 2.

El historiador de la ciencia François Charette considera que ese “reloj anafórico” que menciona Vitruvio fue uno de los sistemas de cálculo del tiempo más antiguos que usaban la proyección estereográfica y también tenían las curvas de las 24 horas desiguales.²⁰⁴

Si las fuentes escritas evidencian la existencia de instrumentos astronómicos en el periodo clásico ¿por qué no se ha encontrado ningún resto de ellos en las abundantísimas prospecciones arqueológicas? La primera respuesta posible es que esos potenciales instrumentos se realizaran con materiales poco resistentes al tiempo como la madera, aunque gana adeptos la idea de que quizá llegaron a época contemporánea pero fueron desestimados en las primeras excavaciones frente a esculturas, joyas, cerámica o monedas que eran objetos esperados y valorados por los arqueólogos. Además se considera que su número debía ser escaso y eso reduce la probabilidad de encontrar sus restos y debían ser de bronce y por tanto susceptibles de haber sido fundidos.

Pero el encuentro fortuito en el año 1901 de un pecio romano hundido junto a la isla de Antikythera, al sur del Peloponeso, dio comienzo a una investigación arqueológica en la que se encontró el denominado “mecanismo de Antikythera”, el resto más antiguo que tenemos de un instrumento astronómico procedente del periodo clásico, hoy conservado en el Museo Arqueológico de Atenas [Fig. 4.2.a]. En un primer momento se pensó que era un astrolabio por la forma de algunos de los restos encontrados, pero los estudios que se han hecho sobre el mismo revelan que no lo fue.²⁰⁵



El sofisticado instrumento astronómico es de bronce y cuenta con varios mecanismos ligados por ruedas dentadas que permiten conocer las fases de la luna y el movimiento del sol y por tanto predecir los eclipses lunares y solares y establecer con exactitud el calendario agrícola y otros eventos de importancia social como las Olimpiadas y los Juegos Panhelénicos.²⁰⁶

Un equipo internacional de investigadores ha estado realizando desde 2005 un estudio exhaustivo con buenos medios técnicos, como tomografías computarizadas de alta resolución,

²⁰⁴ CHARETTE (2003), p. 57.

²⁰⁵ Hay mucho publicado sobre este extraordinario “Mecanismo de Antikythera. Ver: FREETH (2006); FREETH (2008); EDMUNDS (2016); HILL (1984), pp. 186-188; PRICE (1975), pp. 374-378.

²⁰⁶ FREETH (2006), p. 587.

del “mecanismo de Antikythera” y se ha conseguido llegar a una reconstrucción hipotética de la forma que debía tener [Fig. 4.2.a (Dcha)], como debía funcionar y cuáles eran todas las inscripciones en griego que llevaba grabadas.²⁰⁷ Fue precisamente el estudio de las inscripciones lo que permitió revisar su datación, que se había fijado inicialmente en la del pecio romano donde se encontró (80 a.C.), y se decidió retrasarla varias décadas hasta datarlo entre el 150 a.C. y el 100 a.C.²⁰⁸ Esta datación hace al instrumento contemporáneo de Hiparco de Nicea (180-125 a.C.) y doscientos cincuenta años anterior a la publicación de los textos de Ptolomeo. El instrumento está basado tanto en las teorías de Hiparco de Nicea para los movimientos del sol y la luna como en el canon babilónico de predicción de eclipses y ofrece una precisión altísima en las medidas. Las inscripciones en griego son relativas a datos astronómicos, entre otros [Fig. 4.2.b]:



Fig. 4.2.b. Reproducción hipotética de uno de los calendarios

- posiciones planetarias (hacen suponer que el instrumento ofrecía información sobre los planetas).
- periodos de ciclos de eclipses según las teorías babilónicas.
- referencias geográficas a lugares donde los eclipses serían visibles. Hispania aparece mencionada en una de las inscripciones.²⁰⁹
- posiciones del sol y la luna respecto a los signos del zodiaco
- calendario de 365 días incluyendo años bisiestos.
- calendario de las Olimpiadas y los Juegos Panhelénicos.

Estudios realizados en 2008 han desvelado unas inscripciones de los meses del año en dialecto corintio además de unos datos relativos a la isla de Sicilia por lo que la construcción del instrumento se fija hoy en las colonias corintias en Siracusa (Sicilia). En conclusión, el mecanismo de Antikythera, este sorprendente instrumento astronómico de precisión, confirma la existencia de este tipo de objetos en el periodo clásico si bien su número no debió ser lo suficientemente grande como para que hayan llegado más a nuestros días. El que se hicieran de bronce los hizo especialmente vulnerables a ser fundidos. Toda la información sobre este instrumento y el proyecto de investigación internacional que lo ha estudiado y lo sigue haciendo en: <http://www.antikythera-mechanism.gr/>.

²⁰⁷ Son muy interesantes los vídeos sobre el mecanismo y su posible funcionamiento en la página web oficial del proyecto internacional que lo está investigando: <http://www.antikythera-mechanism.gr/>. En la misma página web están recogidas todas las publicaciones generadas hasta el momento, incluidas las relativas a las inscripciones.

²⁰⁸ FREETH (2006), p. 587.

²⁰⁹ FREETH (2006), p. 588.

4.3.- ASTROLABIOS EN BIZANCIO

La única evidencia que tenemos del mantenimiento del interés por construir y utilizar instrumentos astronómicos en la tardoantigüedad es documental pues no nos ha llegado ningún objeto material que pueda considerarse como tal y sea anterior al siglo VIII, que es cuando se fecha el primer astrolabio islámico.

La prueba más clara de que los astrolabios estaban presentes en los entornos intelectuales del imperio romano de oriente son los tratados del astrolabio que allí se compusieron, al menos desde el siglo IV. De ellos, el más antiguo que ha llegado a nuestros días es el de Juan Philopon de Alejandría (ca. 490-570), escrito en griego entre los años 520 y 550 y titulado *Sobre el uso y la construcción del astrolabio y sobre las marcas que lleva* que fue el punto de partida de una importante producción de textos que tuvo lugar en las sociedades islámica, cristiana y hebrea medievales y que compartían un objetivo: hacer comprender el astrolabio y conocer sus muchas funcionalidades.²¹⁰ La existencia de esos textos lleva a pensar que se construyeron y utilizaron astrolabios en la tardoantigüedad aunque la única evidencia documental encontrada hasta la fecha sea la carta de Sinesio de Cirene (ca. 370-413) *Carta a Peonio: Acerca del regalo* fechada entre el 399 y el 402, en la que describe un instrumento astronómico similar, pero no idéntico, a un astrolabio que regaló a Peonio de Constantinopla un militar de alto nivel en la corte del emperador de Bizancio.²¹¹

El biógrafo islámico Ibn al-Nadīm (m. 990) dice en su *Kitāb al-Fihrist* (ca. 987) que poco antes del inicio del Islam en el siglo VII un cristiano llamado Abyūn al-Baṭrīq construyó [¿en Alejandría?] el primer astrolabio plano con la forma que conocemos.²¹² Nada más sabemos ni de ese personaje ni de su astrolabio.

Hay que saltar hasta el siglo XI, cuando la producción de astrolabios está ya totalmente consolidada en los territorios islámicos, incluido al-Andalus, para encontrar el único astrolabio bizantino que ha llegado a nuestros días con todas sus inscripciones en griego. Está fechado en julio de 6570 era de Constantinopla que equivale al año 1062 de la era cristiana, cuando era emperador bizantino Constantino X Ducas. Su autor fue “Sergios”, nacido en Persia (“*Person Genous*”) que se autocalifica como cónsul (“*Ypatos*”) y sabio (“*Epistinos*”). Por su fecha, el siglo XI, se inscribe en los momentos de influencias mutuas entre el mundo bizantino y el islámico. No se puede asegurar que la autoría intelectual del astrolabio fuera bizantina pues precisamente en los siglos X, XI y XII no se registra la presencia en Bizancio de astrónomos o geómetras, ni nos ha llegado ningún tratado del astrolabio bizantino de esa cronología. El hecho de que sólo nos haya llegado este astrolabio bizantino invita a suponer que pudo ser un caso singular, ligado a la personalidad y el origen persa del autor/comitente, vinculado quizá con la

²¹⁰ Todo sobre los Tratados del Astrolabio en el capítulo 8, punto 8.1.

²¹¹ Detalles sobre Sinesio de Cirene, filósofo, astrónomo, matemático, diplomático y obispo de Ptolemaida y esta carta a Peonio en el Capítulo 3, punto 3.2.

²¹² KING (2004), p. 169; KING (2005h), p. 454.

construcción islámica dado su parecido con los astrolabios abasíes.²¹³

El astrolabio bizantino del cónsul Sergios se conserva en el Museo Cívico de Arte e Historia de Brescia y, aunque no alcanza los niveles de calidad en el grabado de los islámicos de esa época, está dotado de algunas particularidades interesantes [Fig. 4.2.a].²¹⁴ La más sorprendente, por lo inusual,

es que la banda exterior de la *araña* lleva una inscripción en griego que dice así: “*Esta es una imagen manifiesta del movimiento de los cielos, que muestra claramente el curso de las estrellas, el cambio de las estaciones y el paso del tiempo. Sergio de Persia, con rango de cónsul, acometió esta intrincada obra con ardiente anhelo*”. La otra gran inscripción se ubica en el *dorso*, en el



Fig. 4.3.a. Frente y dorso del único astrolabio bizantino conservado. 1062. Museo Cívico de Arte e Historia de Brescia (Italia).

círculo externo de sus dos cuadrantes inferiores, y dice: “*Por decreto y orden de Sergio, protosphatarios, cónsul y hombre de ciencia, en el mes de julio, año 6570*”.²¹⁵

El astrolabio tiene toda su grafía en griego y tanto los nombres de los signos del zodiaco como de las estrellas que aparecen en la *araña* son griegos, sin traza de los nombres que pusieron los astrónomos islámicos a la mayoría de las estrellas. Tiene un diámetro de 38 cm, algo mayor que la media de los astrolabios islámicos y consta de *madre*, una *lámina* y *araña* con 14 punteros estelares de los cuales 13 tienen forma de punta de flecha y uno es zoomorfo en forma de ave. En el siglo XI los astrolabios islámicos superaban ya los 20 punteros estelares en la *araña* por lo que estos datos apuntan de nuevo a un diseño retardatario. En el *dorso* se ubica la inscripción indicada y un gran cuadrado graduado a modo de cuádruple *cuadrado de sombras*. El astrolabio sirve a tres latitudes, con una *lámina* grabada por una cara para la latitud de Bizancio con el valor de la latitud en notación alfanumérica griega (*Byzantion*, latitud *MA*, es decir 41°) y por la otra cara para el Helesponto (*Hellesponton*, latitud *M*, es decir 40°). La tercera latitud la facilita el fondo de la *madre* con una proyección estereográfica para la latitud de Rodas (*LS*, es decir 36°).²¹⁶ Junto al valor de cada una de las tres latitudes se indica el “clima ptolemaico” al que

²¹³ PHILOPON (1981), pp. 87-88.

²¹⁴ Hay varias publicaciones de este astrolabio desde la primera mitad del siglo XX. Ver DALTON (1926); GUNTHER (1932), pp. 104-108; NEUGEBAUER y VAN HOESSEN (1959), pp. 158-160 y 190; DESTOMBES (1962), pp. 7-10.

²¹⁵ GUNTHER (1932), p. 104.

²¹⁶ DESTOMBES (1962), p. 9.

pertenece, el clima 5 para Bizancio y el Helesponto y el clima 4 para Rodas.²¹⁷ La referencia a los “climas”, concepto griego introducido por Ptolomeo en su *Almagesto* para identificar zonas de la Tierra con la misma latitud, está presente en algunos de los primeros astrolabios islámicos orientales, pero había desaparecido ya en el siglo XI aunque se mantuvo hasta el siglo XIII en los astrolabios de los reinos cristianos.

4.4.- ASTROLABIOS EN EL ISLAM ORIENTAL HASTA SU LLEGADA A AL-ANDALUS

El proceso de helenización científica del Islam se inició en el siglo VII, tras la conquista islámica de Egipto y como resultado del traslado del centro académico y científico que fue Alejandría a Antioquía y de allí en el siglo IX a Harrán (hoy ciudad turca cerca de la frontera con Siria), donde se considera que tuvo lugar el encuentro de la intelectualidad islámica, sobre todo persa, con la astronomía y el astrolabio helenístico.²¹⁸ La astronomía islámica, que nació en Harrán, bebió simultáneamente de tres fuentes, la griega-alejandrina, la persa y la india (*Sindhind*), identificó las carencias y errores de cada una y dio un salto cualitativo que le situó a la cabeza de la astronomía del mundo entonces conocido hasta el siglo XIII.²¹⁹

La importancia de la religión en el desarrollo de la ciencia islámica es evidente pero también lo es la enorme velocidad con la que los intelectuales musulmanes adquirieron y adaptaron los saberes clásicos, y entre ellos la astronomía, haciéndolos suyos. Quizá también contribuyó el hecho de que el Corán invita a conocer los fenómenos astronómicos y que hay suras y aleyas con referencias textuales a estrellas o constelaciones.²²⁰ Richard Southern considera que el proceso de asimilación de la ciencia griega por el Islam fue uno de los eventos más sorprendentes de la historia del pensamiento.²²¹ La transferencia masiva de la ciencia griega y también india y persa tuvo un precedente en la asimilación de la ciencia griega por las culturas sirias y persas durante el helenismo, conducido por las conquistas de Alejandro.

Esa aprehensión de conocimientos científicos se aceleró a partir del año 749 con la llegada de los abasíes al poder. La corte de al-Mansūr (r. 754-775) en Bagdad fue famosa por su clima intelectual, secularizado y tolerante. De hecho, en esos comienzos del periodo abasí, fueron intelectuales persas los que controlaron la corte y ejercieron influencia en los califas inclinando sus intereses hacia el conocimiento secular y la racionalización de las creencias religiosas.

La traducción al árabe de los textos científicos en griego, siríaco, sánscrito, persa e hindú, se inició bajo el indicado califa al-Mansūr y se incrementó con su hijo Hārūn al-Rashīd (r. 786-809) que fundó la *Jizānat Kutub al-Ḥikma* (Almacén de libros de la sabiduría) en Bagdad y envió misiones a Rūm (Bizancio) para traer manuscritos. Esa actividad intelectual llegó a su

²¹⁷ Sobre los “climas ptolemaicos” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²¹⁸ SCHECHNER (1998), p. 3; MADDISON (1963), p. 24.

²¹⁹ PINGREE (1973), p. 32.

²²⁰ La sura 53 se titula “La estrella” y su aleya 49 dice que Allah es el “Señor de Sirio”, la sura 85 se titula “Las constelaciones” y la sura 91 se titula “El sol”. La palabra “sol” aparece más de 300 veces en el Corán.

²²¹ SABRA (1996), p. 656.

cenit con el hijo de Hārūn, el califa al-Ma'mūn (r. 813-833) que transformó la biblioteca que fundó su padre en la muy conocida *Bayt al-Ḥikma*, (Casa de la Sabiduría), centro de traducciones y estudio que sirvió después de modelo en otros territorios del Islam.²²² El califa al-Ma'mūn basó su propaganda y legitimación en emular el helenismo y bizantinismo imperiales en el califato abasí y, con ese objetivo, incrementó la actividad traductora, promoviendo también la construcción generalizada de astrolabios.²²³ La primera traducción del *Almagesto* de Ptolomeo al árabe la hizo al-Ha'yāy ibn Yūsuf ibn Maṭar en 214H/829 durante ese reinado de al-Ma'mūn.

Además de los objetivos de propaganda, la corte abasí buscaba en el patrocinio a la ciencia los beneficios prácticos. Así, promovió el estudio de textos de medicina por la importancia de la salud, los de astronomía/astrología por el cálculo del tiempo y las predicciones y los de matemáticas por la contabilidad y la agrimensura. No se trató sólo de una traducción del griego al árabe sino que se tradujeron textos de todas las culturas relevantes anteriores al advenimiento del poder abasí, que buscó en esas traducciones las ya mencionadas respuestas a necesidades de tipo astrológico y médico y también un deseo de que los musulmanes árabe parlantes pudieran estar al mismo nivel intelectual científico que las comunidades judías y cristianas que ocupaban sus territorios y que, de hecho, fueron muy activas en el proceso traductor. Se buscó la ilustración de la sociedad islámica que se apropió e hizo suyo todo el saber pre-islámico, principalmente la ciencia griega, persa e india, a la que llamaron “ciencia de los antiguos” (*al-mutaqaddimūn*). No fue un mero ejercicio de erudición sino el motor de un movimiento social y cultural que lideraron los califas, pero que implicó también a visires, militares, administradores y simples cortesanos. Algunos lo hicieron mediante donaciones, pagando a los traductores y estudiosos y otros promoviendo espacios para el debate y la enseñanza.²²⁴ La filosofía, las matemáticas, la astronomía y otras ciencias formaron parte de la vida cultural de esas sociedades islámicas y los estudiosos discutían entre ellos para conseguir favores administrativos y donaciones para sus madrasas.²²⁵ Las traducciones masivas necesitaron de las condiciones políticas, económicas y sociales que trajo el califato abasí que las usó además para atraerse a los persas convertidos al Islam que veían así incorporada su ciencia milenaria al nuevo poder.²²⁶

Nos han llegado unos astrolabios sencillos y austeros, en grafía árabe, sin fecha ni firma, que se consideran realizados en los siglos VIII y IX y no se descarta que salieran de manos cristianas, monofisitas o nestorianas intelectualmente activas en Harrán. El biógrafo islámico Ibn al-Nadīm (m. 990) dice en su *Kitāb al-Fihrist* (ca. 987) “*Los astrolabios se hacían en la ciudad de Harrān y desde allí se distribuyeron y su fabricación se incrementó y aparecieron nuevos fabricantes de astrolabios bajo el poder abasí desde el califato de al-Ma'mūn*”.²²⁷ Lo que empezó siendo una producción anónima de astrolabios derivó en una actividad reconocida

²²² BRENTJES y MORRISON (2010), p. 569. Hay fuentes islámicas que no atribuyen la actividad traductora a esa institución y describen la *Bayt al-Ḥikma* como una biblioteca de libros raros escritos en lenguas desconocidas.

²²³ LINDBERG (1992), pp. 168-169; NEUGEBAUER (1949), p. 242.

²²⁴ BRENTJES y MORRISON (2010), p. 565-573.

²²⁵ BRENTJES (2007), p. 27.

²²⁶ BRENTJES y MORRISON (2010), p. 590.

²²⁷ PINGREE, 2009, p. XII.

socialmente en las sociedades islámicas por lo que los instrumentos aparecen firmados y datados ya desde principios del siglo IX.²²⁸

El matemático y astrónomo abasí Ibrāhīm ibn al-Nadīm al-Fazārī (activo 762-777) declara en la introducción de su tratado del astrolabio que es el primer musulmán que hizo un astrolabio y así lo recogerán, a partir de esa fecha todas las fuentes islámicas y, entre ellas, el ya mencionado *Kitāb al-Fihrist* de Ibn al-Nadīm.²²⁹ El astrolabio de Aḥmad ibn Kamāl que se robó en 2003



Fig. 4.4.a. Astrolabio de Jafīf aprendiz de ‘Alī ibn ‘Īsā. Bagdad. ca. 900. Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 47632).

del Museo de Bagdad y al que David King le atribuye una fecha de finales del siglo VIII, podría ponerse en relación con al-Fazārī y su entorno intelectual en Bagdad.²³⁰

Las fuentes fechadas en el califato de al-Ma’mūn incorporan por primera vez el término *al-aṣṭurlābī* (astrolabista, constructor de astrolabios) aplicado a un astrónomo, ‘Alī ibn ‘Īsā al-Aṣṭurlābī, responsable, entre otras cosas, de las observaciones realizadas para medir la circunferencia de la Tierra. Nos han llegado varios libros sobre instrumentos escritos por este astrónomo así como dos astrolabios hechos por aprendices suyos, Jafīf y Aḥmad ibn Jalaf que están sin datar y que se fechan en torno al año 900.²³¹

Sobre el astrolabista Jafīf dijo el gran astrónomo egipcio Ibn Yūnus (ca. 950-1009) en la introducción de su obra *al-Zīy al-Hākīmī al-kabīr* (Tablas astronómicas hakimíes): “igual que Ptolomeo fue único en la ciencia de la astronomía y Galeno en la de la medicina, así Jafīf el discípulo de ‘Alī ibn ‘Īsā lo es en la construcción de astrolabios porque sólo hay, en cada generación, un erudito distinguido que tenga además buena habilidad artesanal”.²³² Nos ha llegado un astrolabio firmado por Jafīf que ha sido estudiado por David King [Fig. 4.4.a] y unos magníficos grabados que sobre este astrolabio realizó en 1520 Antonio da Sangallo el Joven.²³³

²²⁸ AL-FARGHĀNĪ (2005), p. 8.

²²⁹ DIZER (2001), p. 256.

²³⁰ KING (2005k), pp. 419-432. King considera que aunque el astrolabio no lleva implícitamente la latitud de Bagdad en sus *lámimas*, es más probable que se hiciera en Bagdad que en Harrán u otro lugar.

²³¹ CHARETTE (2006), p. 126.

²³² KING (2005h), p. 455.

²³³ KING (2005h), pp. 458-466. Además del astrolabio con su firma, que se conserva en el Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (ICN #1026), King atribuye a Jafīf una *araña* de forma similar a la que tiene el astrolabio firmado identificada como ICN #2529. Los grabados de Antonio da Sangallo corresponden al fondo de la *madre*, el *dorso* y la *araña* y se conservan en la Galería de los Uffizi en Florencia.

La *araña* del astrolabio cuenta con 17 punteros estelares todos con forma de punta de flecha, no tiene ningún adorno y cuenta con dos *láminas* de latitud.

En cuanto al otro astrolabista pionero, Aḥmad ibn Jalaf, nos ha llegado un astrolabio de características muy similares al de Jafif y que dedicó al hijo del califa abasí al-Muktafi.²³⁴

Para terminar con estos primeros pasos del astrolabio en el califato abasí, que serán después el punto de partida de los astrolabios en al-Andalus, destacamos el más antiguo de los astrolabios islámicos que nos ha llegado, no sólo firmado sino también datado, como lo estarán, a partir de este momento, la gran mayoría de todos los astrolabios islámicos. Se trata del astrolabio construido en Bagdad en el año 315H/927-928 por Muḥammad ibn ‘Abd Allāh, conocido como Nasṭūlus que se conserva en el Museo Dar al-Athar al-Islamiyyah de Kuwait [Fig. 4.4.b] y que ha sido estudiado por David King.²³⁵ Su diseño es prácticamente el mismo que el de los dos anteriores, con una *araña* de 17 punteros estelares todos con forma de punta de flecha y una sola *lámina* que sirve por una cara la latitud de Bagdad o Damasco y por la otra la de Mosul o Ray. Se considera que Nasṭūlus pudo



Fig. 4.4.b. Astrolabio abasí de Nasṭūlus. Museo de Arte Islámico de Kuwait (nº inv. LNS-36-M)

ser un cristiano monofisita que en algún momento pudo convertirse al Islam.

Sin embargo, en pocos años los astrolabios orientales ganaron en decorativismo, mucho más de lo que lo harían nunca los astrolabios andalusíes o los de los reinos cristianos durante la Edad Media. A modo de ejemplo se muestran el frente del astrolabio de Ḥāmid ibn al-Jiḍr al-Juʿandī fechado en



Fig. 4.4.c. Izda: Astrolabio abasí de Ḥāmid ibn al-Jiḍr al-Juʿandī, Bagdad, 374H/984-985 (Museo de Arte Islámico de Doha, nº inv. SI.5.1999).

Dcha: Dorso del astrolabio abasí de Aḥmad y Muḥammad hijos de Ibrāhīm al-Iṣfahānī, Isfahān, 374 H/984-985. (Museo Hª Ciencia Oxford, nº inv 33767).

374H/984-985 y realizado probablemente en Bagdad y el *dorso* del astrolabio de Aḥmad y Muḥammad hijos de Ibrāhīm al-Iṣfahānī fechado el mismo año 374H/984-985 y realizado en

²³⁴ KING (2005h), pp. 466-470. El astrolabio se encuentra en la Biblioteca Nacional de Francia (nº inv. Ge. A. 324) y ha sido estudiado por varios historiadores de la ciencia antes de David King que corrige algunos errores previos.

²³⁵ KING (2005h), pp. 473-476.

Isfahán [Fig. 4.4.c]. Ambos astrolabios han sido estudiados por David King y desde el punto de vista decorativo destacan la espectacular *araña* y el *trono* del primero y sólo el *trono* del segundo.²³⁶ Esta producción de astrolabios en el Islam oriental ha sido profusamente estudiada por David King y a sus numerosas publicaciones remitimos pues no es el objetivo de esta tesis profundizar en ella sino poner rumbo a al-Andalus.

4.5.- EL ASTROLABIO EN AL-ANDALUS: MECENAZGO Y CONTEXTO

4.5.1.- Astrolabios y mecenas: el relato cronológico

Aunque el relato cronológico no es el único posible al abordar el estudio de la producción de unos objetos materiales como los astrolabios, no se puede obviar cuando debe entroncarse con los relatos de la producción de textos científicos, los modelos de mecenazgo o los avatares políticos y económicos que se suelen abordar por la historiografía desde la coordenada temporal.²³⁷

Entre la conquista del territorio peninsular en el año 711 hasta el final del reinado del emir al-Ḥakam I (r. 796-822) se mantuvo en al-Andalus la ciencia hipano-isidoriana derivada del saber clásico y centrada en las obras de San Isidoro.²³⁸ Los primeros contactos entre la astronomía islámica oriental y al-Andalus se iniciaron en el emirato de ‘Abd al-Raḥman II (r. 822-852) y se mantuvieron hasta la caída del Califato de Córdoba en 1031.²³⁹ Los primeros astrónomos/astrólogos que llegaron a la corte emiral cordobesa se comportaban como cortesanos participando en los eventos literarios festivos y ocultando, en parte, su alta preparación intelectual para no generar rechazo.²⁴⁰ El emir ‘Abd al-Raḥman II envió al poeta y astrólogo andalusí Abbās ibn Nāsiḥ al-Taqaḥī a Bagdad en el año 206H/821 para que trajera libros de ciencias naturales y astronomía.²⁴¹

La más antigua documentación conservada que nos habla ya de astronomía en al-Andalus y de la existencia de instrumentos asociados a ella, data precisamente del reinado de ‘Abd al-Raḥman II para quien Abbās ibn Firnās (m. 274H/887) realizó una esfera armilar. Este mismo personaje realizó, para el emir Muḥammad I (r. 852– 886), un reloj de sol y una clepsidra con autómatas que señalaba las horas del día y de la noche.²⁴² También está documentado en Córdoba que Abū Ubayda Muslim ibn Aḥmad ibn Abī Ubayda al-Balensī (m. 908) ostentaba el cargo de *ṣāḥib al-qibla*, es decir encargado de la *qibla*, de establecer la orientación de las mezquitas.²⁴³ No hay certeza de que fuera un astrónomo y podría ser simplemente un conocedor del *Qu’ran* y el *ḥadīth* que tenía como misión determinar la dirección de la oración. Se han

²³⁶ KING (2005h), pp. 503-517 y 517-528.

²³⁷ Mi agradecimiento a la Dra. Eva Fernández del Campo de la UCM y a todos los compañeros participantes en el seminario de lecturas para doctorandos por dirigir mis ojos hacia relatos diferentes y transgresores en el estudio de la historia del arte.

²³⁸ CATALÀ y CADAFEU (2003), p. 478.

²³⁹ SAMSÓ (1996), p. 583.

²⁴⁰ Sobre las actitudes ambivalentes entre la corte y los astrólogos en el emirato ver RIUS (2003).

²⁴¹ PINGREE (1996), p. 44; MILLÁS (1960a), p. 63.

²⁴² VERNET (1993), p. 65.

²⁴³ KING (2014), p. 644.

registrado evidencias de que los doctores en religión islámica mantenían una opinión crítica respecto a la implicación de los matemáticos y astrónomos en asuntos relativos al culto pues consideraban que sus conocimientos estaban basados en textos paganos (griegos) y ponían en peligro la ortodoxia islámica. Estas diferencias entre astrónomos y religiosos fue una de las causas de los errores en la orientación de la *qibla* de las mezquitas, sobre todo las anteriores al siglo XIII, pues se rechazaban las indicaciones exactas de los astrónomos. El erudito en ley islámica yemení al-Aṣḥaḥī, activo en el siglo XIII, escribió “*Los tiempos de oración no deben calcularse mediante un astrolabio o por ninguna de las tablas de los astrónomos sino por la simple observación. Los astrónomos deben sus conocimientos a textos de Euclides, Aristóteles y otros filósofos que eran todos infieles*”.²⁴⁴

Siguiendo el relato cronológico, la autoproclamación de ‘Abd al-Raḥman III (r. 912-961) como califa de al-Andalus en el año 929 supuso el despegue de la actividad científica andalusí por el deseo de emular a Bagdad. Al igual que estaba ocurriendo en el Islam oriental con el programa de traducciones masivas, el califa cordobés promovió la ciencia como un medio más de propaganda y legitimación, y por los beneficios prácticos que conllevaba. Así se inició el estudio de textos de medicina por la importancia de la salud, los de astronomía/astrología por el cálculo del tiempo y las predicciones y los de matemáticas por la contabilidad y la agrimensura. Fue en tiempos de su hijo, el califa al-Ḥakam II (r. 961-976), cuando se alcanzó el primer esplendor cultural y científico en al-Andalus. Ya cuando era príncipe, durante el califato de su padre, protegió a los sabios e hizo traer de Bagdad, Egipto y otros lugares de Oriente obras científicas antiguas y modernas. Así se formó un clima científico en Córdoba con escuelas de astrónomos especializados en la observación y en el diseño y manejo de instrumentos.

La paz del califato de Córdoba permitió el florecimiento de todas las ciencias en Córdoba gracias a la sinergia de las culturas islámica, judía, carolingia (Marca Hispánica) y bizantina. Está documentado, tanto el envío a Barcelona del visir Hasdāy ibn Saprūt, embajador del califa al-Ḥakam II, como la presencia en Córdoba de Recemundo, obispo de Elvira (citado en las fuentes árabes como Rabī ibn Zayd), del monje bizantino Nicolás y de Gomar, embajador de la Marca Hispánica.²⁴⁵

El resultado de estos contactos fue, entre otras cosas, la elaboración en el año 961 de una obra emblemática, el “Calendario de Córdoba” por el cordobés Arīb ibn Ṣā’id y el obispo Recemundo que ambos dedicaron a al-Ḥakam II. En ella se mezclan conceptos de la tradición cristiana (fiestas de santos y calendario agrícola) con otros de la nueva y emergente astronomía islámica basada en la tradición indo-persa, la griega ptolemaica y la componente religiosa para la medida del tiempo (*mīqāt*). Este “Calendario de Córdoba” ha llegado a nosotros en dos manuscritos árabes y en una traducción al latín de Gerardo de Cremona.²⁴⁶

²⁴⁴ KING (2014), p. 636.

²⁴⁵ VERNET (1993), p. 68.

²⁴⁶ VILADRIC (1996), p. 253; ROLDÁN (2001), p. 328; BRENTJES y MORRISON (2010), p. 592.

Se puede afirmar que, en términos generales, al-Andalus conoció los principales trabajos astronómicos que se produjeron en el resto del Islam hasta mediados del siglo X pero, a partir de esa fecha, correspondiente al reinado de al-Ḥakam II (r. 961-976), disminuyó de forma drástica y sólo una parte limitada de los textos de astronomía posteriores al año 950 llegaron a Córdoba, Toledo o Zaragoza.



Fig. 4.5.a. Cuadrantes solares califales. Izda: Encontrado en el “Patio de Relojes” de Madīnat al-Zahra’, ca. 990. Museo de Madinat al-Zahra (nº inv. CE030135). Dcha: Encontrado en Camino Viejo de Almodóvar (Córdoba), ca. 1000. Museo Arqueológico de Córdoba (nº inv. CE012700).

El eje de la escuela científica de Córdoba en tiempos de al-Ḥakam II fue Abū-l-Qāsim Maslama ibn Aḥmad al-Maʿrīfī (m. 398H/1007-1008) conocido como Maslama de Madrid y que se trasladó a Córdoba a estudiar desarrollando allí toda su actividad científica hasta su muerte.²⁴⁷ Además de astrónomo y matemático fue astrólogo y vaticinó la caída del Califato y lo que ocurriría durante la guerra civil (*fitna*)

posterior. Su obra más importante fue la adaptación al meridiano de Córdoba de las importantes *Tablas astronómicas* (en árabe *zīj*) del astrónomo abasí Muḥammad ibn Mūsā al-Jwārizmī (m. 231H/846).²⁴⁸ El texto de Maslama conjuga material indo-persa, greco-árabe e hispano. La parte hispana se refiere a la utilización en sus textos de la “era hispánica” que comenzó en el 38 a.C., cuando, según la tradición, consiguieron los romanos pacificar y reunir bajo su mano la provincia de Hispania.

En lo que se refiere a los astrolabios del periodo califal, nos han llegado dos fechados y firmados por Muḥammad ibn al-Ṣaffār (hermano del importante astrónomo que fue discípulo de Maslama) y otros dos que, sin estar fechados, se atribuyen a ese periodo (fichas A1 a A4). No son sólo astrolabios los que se construyen en el periodo omeya, han llegado a nosotros también varios cuadrantes solares (relojes de sol, llamados *mizwala* en las fuentes islámicas) en piedra caliza como los encontrados en Madinat al-Zahra’ y Córdoba. [Fig. 4.5.a.]

El periodo de los reinos de taifas (*tawāʾif*) (1031- 1090) fue la edad de oro de la astronomía andalusí gracias al patronazgo que disfrutó, frente al abandono y persecución de la ciencia en

²⁴⁷ La identificación por Susana Calvo Capilla del Patio de los Relojes de la ciudad palatina de Madinat al-Zahra’ como un posible espacio para el estudio y desarrollo de la astronomía, incluida la astronomía religiosa (*ʿilm al-mīqāt*), podría vincularse a la figura de Maslama. Ver CALVO CAPILLA (2014), pp. 20-21 y CALVO CAPILLA (2012), pp. 150-153.

²⁴⁸ NORTH (1992), pp. 39-41.

los tiempos finales del califato con al-Manṣūr. Pero ya no llegaron a al-Andalus textos astronómicos orientales y esto tuvo dos consecuencias:²⁴⁹

- La astronomía andalusí adquirió características propias que luego se difundieron al norte de África y quedan plasmadas tanto en textos como en instrumentos astronómicos (astrolabios, azafeas y cuadrantes) de los que nos han llegado un buen número.
- La astronomía andalusí se aisló y, aunque fue brillante y se difundió por los reinos cristianos, inició su decadencia a partir del siglo XII con la caída de los reinos de taifas.

En este siglo XI de esplendor científico en al-Andalus, el estudio de las matemáticas era parte de la educación de príncipes y personas cultivadas en general.²⁵⁰ El programa ideal de educación para niños que enunció Ibn Ḥazm (994-1064) en su obra *Marātib al-‘ulūm* incluía el *‘ilm al-‘adad*, es decir las 4 operaciones aritméticas, proporciones, geometría, *misaha* (agrimensura, medida de longitudes, áreas,...) y aritmética. La astronomía se enseñaba con el *Almagesto*, tras haber estudiado a Euclides y se incluía el estudio de los eclipses, longitudes y latitudes, cálculo del tiempo, mareas, constelaciones y mansiones lunares (*manāzil al-qamar*), tablas astronómicas (*zīy*) y el uso del astrolabio.²⁵¹ Con esta formación recibida por la élite política y económica no es de extrañar que el patrocinio de la astronomía lo ejercieran los reyes pero también visires, cadíes y otros altos funcionarios que dominaban el *adab*, el metalenguaje que Susana Calvo Capilla asocia con el *maḥlis* del saber, la reunión cortesana donde se debatía sobre literatura y poesía pero también sobre los fundamentos del universo, la geometría y la abstracción matemática.²⁵²

Las personalidades a destacar son el rey de la taifa de Toledo al-Ma'mūn (r. 429H–467H /1037–1074), gran mecenas de la ciencia, y el cadí Ibn Ṣā'id de Toledo (420H–462H/1029–1070), ejemplo de mecenazgo cortesano, astrónomo, cadí y autor en el año 1068 de la primera Historia de la Ciencia que puede recibir ese nombre y a la que tituló *Kitāb tabaqāt al-umam* (Libro de las categorías de las naciones).²⁵³ Este texto es la mejor fuente para conocer tanto a los astrónomos y astrolabistas andalusíes del periodo califal (como el ya indicado Maslama al-Maḥrīrī), como a los contemporáneos, por ejemplo el astrolabista Ibrāhīm ibn Sa'id al-Sahlī del que nos han llegado tres astrolabios (fichas A6, A7 y A8) y un globo celeste que realizó en colaboración con su hijo Muḥammad ibn Sa'id al-Sahlī del que nos ha llegado un astrolabio (ficha A13).

²⁴⁹ SAMSÓ (1996), pp. 583-584.

²⁵⁰ Sobre la importancia de la educación de príncipes en al-Andalus desde el califato omeya hasta el reino nazarí y los posibles espacios donde tenía lugar esa docencia, ver CALVO CAPILLA (2013), pp. 63-67.

²⁵¹ SAMSÓ (2003b), p. 524.

²⁵² CALVO CAPILLA (2011a), pp. 72-74. Susana Calvo cita la idea defendida por Emilio González Ferrin considerando los reinos de taifas como precursores de las ciudades-estado del renacimiento italiano y a sus reyes como los *alter ego* de las familias de mecenas italianas.

²⁵³ SAMSÓ (2000b), p. 126. El desarrollo de Toledo como centro científico empezó bajo el reinado de al-Zāfir (r. 1032-1043), uno de cuyos consejeros fue el matemático y médico Sa'id ibn Muḥammad ibn al-Bagūnīš (m. 1052) que se formó en Córdoba como discípulo de Maslama al-Maḥrīrī y que fue el maestro del cadí Ṣā'id al-Andalusī.

En el libro de Ibn Šā'id de Toledo se identifica a la escuela de Maslama de Madrid, que floreció durante el califato, como la más antigua escuela científica de al-Andalus y se afirma que sus conocimientos se trasladaron después a las taifas de Toledo, Zaragoza, Sevilla y Denia. El texto de Ibn Šā'id permite establecer las relaciones maestro-discípulo que cubrieron como una tela de araña el territorio de al-Andalus tanto en lo que se refiere a astronomía como a construcción de instrumentos asociados a ella. En concreto, nos informa de los nombres y obras de los dos discípulos más importantes de Maslama: el cordobés Abū-l-Qāsim ibn al-Samḥ (m. 1035) que escribió dos tratados sobre la construcción y aplicaciones del astrolabio, y el también cordobés Ahmad ibn al-Šaffār (m. 1035), que también escribió un tratado sobre el astrolabio y era hermano del ya mencionado astrolabista Muḥammad ibn al-Šaffār.²⁵⁴ Tras la caída del califato, ibn al-Šaffār se trasladó a Denia bajo la protección del rey amirí Muḡāhid (ca. 1010-1045) e ibn al-Samḥ a Granada bajo la protección del rey zirí Ḥabūs ibn Mākzan (1019-1038).

En el relato de Ibn Šā'id de Toledo destaca, sobre todos los sabios andalusíes, Abū Ishāq Ibrahīm Ibn Yahyā al-Naqqāš al-Qurtubī al-Zarqālluh (420H-493H/1029-1100), conocido en las fuentes latinas como Azarquiel. De este importantísimo astrónomo se habla en detalle más adelante ya que, entre otras muchas cosas, inventó dos tipos de astrolabio universal: las *azafeas zarqāliyya* y *šakkāziyya*. También se implicó Azarquiel en el desarrollo de un nuevo instrumento, el ecuatorio (instrumento para calcular las posiciones de los planetas) que, si bien aparece mencionado en un *zīy* (tablas astronómicas) oriental, el de Abū Ja'far al-Jāzin (m. ca. 355H/965), fue realmente diseñado en al-Andalus, primero por ibn al-Šaffār y sobre todo por Azarquiel. Precisamente fue en este ejercicio sobre posiciones planetarias donde Azarquiel representó la órbita de Mercurio como una elipse mostrando la valentía de romper la astronomía basada en círculos para pasar a las secciones cónicas y adelantándose más de cinco siglos a las leyes que formularía el astrónomo alemán Johannes Kepler en 1609.²⁵⁵

En lo que se refiere a la taifa de Zaragoza, destacó el rey al-Mu'taman (r. 1081-1085) que desarrolló una intensa actividad en el campo de las matemáticas. Hay menos información sobre las actividades astronómicas de esta taifa pero nos han llegado dos astrolabios (fichas A9 y A10) que confirman que hubo actividad. En la taifa de Sevilla destacó el mecenazgo científico del rey al-Mu'tamid (r. 1069-1091) y su conocimiento del uso del astrolabio para los cálculos astrológicos, pues dice la crónica que él mismo hizo el horóscopo de la batalla de Zallāqa de 1086.²⁵⁶ En Granada destacó como mecenas de la ciencia el rey zirí Ḥabūs ibn Mākzan (1019-1038) y en Denia el rey amirí Muḡāhid (ca. 1010-1045). La taifa de Valencia contribuyó a ese esplendor astrolabista acogiendo el ya mencionado taller familiar de Ibrāhīm ibn Sa'id al-Sahlī y su hijo Muḥammad ibn Sa'id al-Sahlī cuando dejaron Toledo ante la conquista de Alfonso VI.

A modo de colofón de este siglo de oro de la ciencia andalusí, y en lo que se refiere a la taifa de Toledo, relata Ibn Bassām, historiador de Santarém del siglo XII, en su crónica

²⁵⁴ Sobre los tratados del astrolabio de periodo califal ver capítulo 8, punto 8.1.

²⁵⁵ DIZER (2001), pp. 260-261.

²⁵⁶ SAMSÓ (2003b), p. 524.

Adḍahīrah fī maḥasin ahl alġazīrah (Tesoro de las hermosas cualidades de la gente de la península), conocida como *Ḍajīra*, que al-Qādir, último rey taifa de Toledo calculó, astrolabio en mano, el momento más propicio para abandonar su reino ante el avance de Alfonso VI.²⁵⁷ El astrolabio, fruto del mecenazgo real, le rindió así su último servicio.

De los más de 50 años de dominio almorávide en al-Andalus (1090-1147) no hay ninguna información sobre actividad astronómica ni nos ha llegado ningún astrolabio andalusí realizado en ese periodo. Hay dos posibles razones para explicar esa situación, una es que el integrismo islámico practicado por los almorávides pudo arrinconar actividades que seguían despertando recelo entre los religiosos que las consideraban contrarias al credo islámico y la otra que las escuelas y talleres se desplazaran a las grandes ciudades del norte de África como Ceuta, Fez, Túnez y sobre todo Marrakech, potenciando así la difusión de la astronomía andalusí por otras partes del Islam.

En el periodo almohade (1147/70-1238) se reactivó la construcción de astrolabios, destacando el prolífico astrolabista sevillano Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī, pero la actividad astronómica complementaria empezó a agonizar, manteniéndose sólo en tanto en cuanto se asoció a la medicina que sí despertó el interés de los califas almohades. El desmoronamiento de la actividad científica en al-Andalus se produjo cuando ya se había iniciado el proceso de transmisión de todo ese saber a la Europa cristiana. Miquel Forcada sostiene que, durante los periodos almorávide y almohade, la ciencia retornó a las disciplinas tradicionales, la astrología desapareció y la astronomía derivó hacia la filosofía, pudiendo eso explicar el descenso en el interés por los astrolabios.²⁵⁸ Además y como consecuencia de la absorción política de al-Andalus por el Magreb entre 1086 y 1228, los científicos andalusíes tendieron a emigrar al norte de África, empujados por las conquistas cristianas y por las nuevas oportunidades profesionales que encontraban allí. Esto provocó el desarrollo de escuelas científicas magrebíes que continuaron la tradición andalusí.

En la Granada nazarí se mantuvo activa la construcción de astrolabios destacando la figura de Abū ʿAlī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāṣo (m. 716H/1316-17) del que se habla extensamente en el capítulo 8 por haber encontrado una nueva solución al problema de los astrolabios universales y su hijo Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo del que nos han llegado tres astrolabios (fichas A27, A28 y A29). Ambos, padre e hijo, fueron además nombrados *muwaqqit* (“calculador de la hora”) de la mezquita aljama de Granada inaugurando en al-Andalus esta institución que había nacido en el Cairo mameluco y se extendió por todo el Islam desde finales del siglo XIII hasta el siglo XIX.²⁵⁹

4.5.2.- Reflexiones sobre el contexto

En las culturas islámicas y en particular en al-Andalus, los instrumentos astronómicos no se encontraban sólo en los observatorios o espacios de la ciencia sino también en los estudios

²⁵⁷ SAMSÓ (2003b), p. 524.

²⁵⁸ FORCADA (1997), p. 242.

²⁵⁹ Sobre los *muwaqqit*, ver capítulo 6, punto 6.2.

de astrólogos y médicos de corte, en los *jizāna* (tesoros) de califas y príncipes, en las mezquitas y en las manos de los estudiantes que aprendían astronomía. Se identifican las siguientes dimensiones de los instrumentos astronómicos, no excluyentes:²⁶⁰

- Empírica: como objetos observacionales.
- Operacional: a modo de calculadoras que ofrecen soluciones gráficas y/o numéricas a problemas matemáticos y astronómicos.
- De representación: son maquetas del universo y permiten conocerlo.
- Didáctica: eran objetos usados para enseñar y aprender cómo es el universo y permitían visualizarlo.
- Simbólica e iconográfica: eran símbolo del saber, de la ciencia, atributo de los científicos, objetos de prestigio y alegorías del cosmos con significados religiosos y/o políticos.

Esta pluralidad de dimensiones de los instrumentos científicos condicionó también a la ciencia que los generó y los utilizó dotándola de unas características de pragmatismo y apego a la realidad, más que a la filosofía, que serán, desde el inicio, su seña de identidad.²⁶¹ Cada una de estas dimensiones, en mayor o menor medida, se pone de manifiesto en los distintos lugares donde se encontraban los instrumentos que fueron protagonistas esenciales de las prácticas científicas pre-modernas en el mundo islámico.

Las prácticas cognitivas asociadas al uso de instrumentos astronómicos fueron parte de una dinámica orientada a establecer una cultura visual de la astronomía que se sitúa más allá del uso práctico del instrumento o su dimensión simbólica. Los retos que los instrumentos planteaban a sus usuarios animaron la creatividad y el entusiasmo en la búsqueda de respuestas a los enigmas del universo.²⁶² La transmisión del conocimiento científico a través de los textos gracias a las traducciones está hoy muy cuestionado y se apuesta por un modelo de transmisión multiformato en el que los objetos, los instrumentos científicos, jugaron un papel esencial.²⁶³ Beaujouan y Poulle sostienen que la verdadera difusión del astrolabio en las sociedades cristianas vino de la mano del mismo instrumento y de su uso más que de los complicados y densos tratados, opinión que comparte también Arianna Borrelli.²⁶⁴

La corte fue el polo generador del desarrollo de la ciencia y las actividades ligadas con la instrumentación científica en el mundo islámico desde sus inicios, aunque, según fue avanzando el tiempo, se generaron dos lugares más de desarrollo y patrocinio de la ciencia en el Islam: la mezquita y la madrasa (ver capítulo 6).²⁶⁵ El caso de la incorporación de la mezquita a este conjunto de “lugares de la ciencia” se produjo en periodo mameluco en Egipto y Siria desde 1250 y se centra en la figura del *muwaqqit* que también se estableció en al-Andalus a finales del

²⁶⁰ CHARETTE (2006), p. 123.

²⁶¹ CHARETTE (2006), p. 126.

²⁶² CHARETTE (2006), p. 131.

²⁶³ CHARETTE (2006), p. 124.

²⁶⁴ BEAUJOUAN (1972), p. 658; BORRELLI (2008), pp. 21 y 99.

²⁶⁵ Una interesante reflexión sobre el mecenazgo científico en el occidente islámico en RIUS (2008b).

siglo XIII.²⁶⁶ La institución docente de la madrasa llegó muy tarde a al-Andalus, en el periodo nazarí, cuando ya la ciencia andalusí se estaba extinguiendo y no se documenta ninguna actividad relacionada con la astronomía o los astrolabios vinculada a la madrasa de Granada.

Cuando los astrolabios llegaron a al-Andalus en el siglo X ya habían perdido el estatus de novedad que tuvieron en los inicios de la transmisión de la “ciencia de los antiguos” (*al-mutaqaddimūn*) a la cultura islámica, que tuvo lugar en Harrán y Bagdad, y se incorporaron a la sociedad del califato cordobés sin dificultad, a tenor de los tratados del astrolabio y los propios instrumentos que nos han llegado. Hubo otros tipos de instrumentos que se construyeron expreso para llevar a cabo observaciones programadas durante un periodo de tiempo largo, y debieron realizarse en materiales efímeros porque no nos ha llegado nada de ellos, salvo los resultados que permitieron obtener y que se plasmaron en tablas astronómicas y otros textos afines.

4.6.- TABLA – RESUMEN DE LOS ASTROLABIOS ANDALUSÍES Y ANÁLISIS COMPARATIVOS

4.6.1.- Tabla-resumen de los astrolabios andalusíes

La producción astrolabista andalusí responde a unas características generales en cuanto a su estructura que se pueden concretar en:

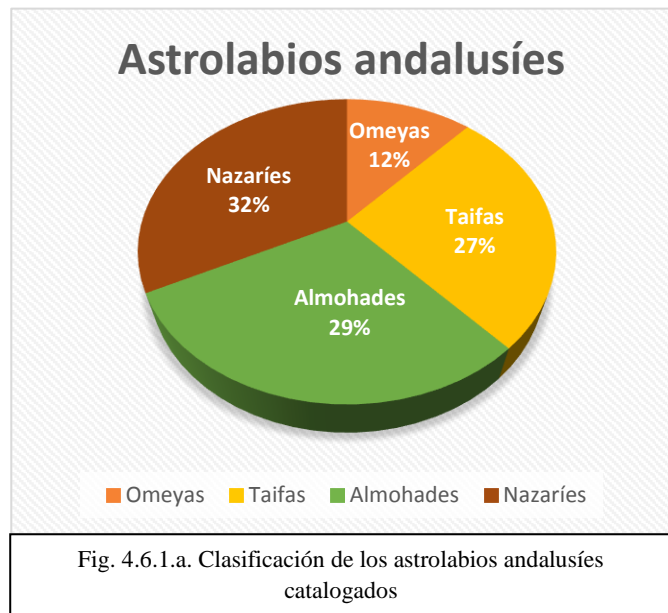
- Diseño austero con elementos decorativos ubicados en la *araña* y el *trono*
- Inscripción de autoría, lugar y fecha en la parte central del *dorso*
- Calendario zodiacal y *cuadrado de sombras* en el *dorso*
- Curvas de las horas de oración en las *láminas*
- Adición de inscripciones en latín, hebreo y/o lenguas vernáculas que ponen de manifiesto la circulación de estos objetos por territorios multiculturales.

A continuación se presenta una tabla-resumen de los 34 astrolabios andalusíes que se incluyen en el catálogo presentado en el capítulo 10. La tabla-resumen incorpora los siguientes campos:

- Número de ficha en el catálogo (todas las andalusíes comienzan por A). La ordenación es cronológica. Se identifican los periodos (omeya, taifa, almorávide, almohade y nazarí)

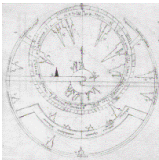







²⁶⁶ SABRA (1996), p. 668.








- Foto del frente y el dorso del astrolabio
- Nombre del autor
- Ciudad de construcción
- Fecha
- Institución donde se conserva en la actualidad con número de inventario e identificación ICN (Internacional Checklist Number) del astrolabio.
- Unas características destacables extraídas de la ficha del catálogo.





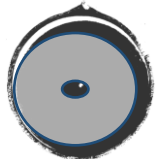
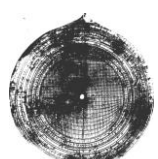



Después de la tabla se realiza un análisis de los aspectos que se resuelven de modo diferente en los astrolabios estudiados, excepto de los elementos decorativos que se analizan exhaustivamente en el capítulo 7.








De los 34 astrolabios andalusíes catalogados, 4 son omeyas, 9 son taifas, 10 son almohades y 11 son nazaríes [Fig. 4.6.1.a].









ASTROLABIOS ANDALUSÍES							
PERIODO OMEYA							
Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
A1			Jalaf ibn al-Mu'āḍ	No indicado ¿Córdoba?	No está fechado. Fecha atribuida: <i>ca.</i> 978	Biblioteca Nacional Francesa Ms. Lat. 7412, ff. 19v-23v ICN #4024	Astrolabio andalusí más antiguo del que nos ha llegado información (dibujo). Inscripciones en árabe y latín. Nombres de las estrellas en latín inscritos dos veces y con diferencias.
A2			Desconocido	No indicado ¿Córdoba?	No está fechado. ¿s. X? Dos fases de retallado: 1ª en ¿s. XI-XIII? y 2ª en ¿s. XV?	British Museum (nº inv. OA+371) ICN #110, #135	Astrolabio andalusí más antiguo que nos ha llegado en su materialidad. Inscripciones en árabe y latín. Dos fases de retallado (s. X-XIII y s. XV).
A3			Muḥammad ibn al-Šaffār	Córdoba	417H/1026-1027	National Museums Scotland (nº inv. T.1959.62) ICN #3650	El astrolabio andalusí fechado y firmado más antiguo que nos ha llegado. La <i>araña</i> no es la original. Recortada para ajustar el tamaño. Parece abasí de los siglos X-XI.
A4			Muḥammad ibn al-Šaffār	Toledo	420H /1029-1030 Retallado parcial en hebreo en fecha posterior	Staatsbibliothek Berlin (nº inv. Sprenger 2050) ICN #116	Este astrolabio prueba el traslado de su autor de Córdoba a Toledo, probablemente por la <i>fitna</i> que provocó la caída del califato. Inicia el protagonismo de Toledo en la producción astrolabista andalusí del s. XI. Tiene una <i>lámina</i> astrológica para uso en Córdoba y Zaragoza.











Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
PERIODO TAIFA							
A5			Desconocido	Córdoba	446H/1054-55 Retallado en latín y valenciano medieval en ¿s. XIV-XV?	<i>Collegium Maius.</i> Univ.Jagiellonian de Cracovia (Polonia) (nº inv. MUJ 4037-35/V) ICN #3622	El más antiguo astrolabio taifa que nos ha llegado. Inscripciones en árabe, latín y valenciano medieval. El más antiguo de los que incorporan un calendario perpetuo en el <i>dorso</i> .
A6			Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī	Toledo	Šaʿbān de 459H / Junio-Julio de 1067 [datación precisa: indica mes y año]	Museo Arqueológico Nacional (nº inv. 50762) ICN #117	El astrolabio andalusí más antiguo conservado en una institución española. Punteros zoomorfos en la <i>araña</i> y calendario perpetuo en el dorso según el Tratado del Astrolabio de Ibn al-Šaffār.
A7			Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Shalī	Toledo	Šawāl de 460H /Agosto de 1068 [datación precisa: indica mes y año]	Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 55331) ICN #118	Inscripciones en árabe y latín. Punteros zoomorfos en la <i>araña</i> y calendario perpetuo en el dorso según el Tratado del Astrolabio de ibn al-Šaffār.
A8		FOTO NO DISPONIBLE	Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Shalī	Valencia	Raʿyab de 463H /Abril de 1071 [datación precisa: indica mes y año]	Observatorio Astronómico de Roma (nº inv. 157/688) ICN #1167	Astrolabio de al-Shalī ya realizado en Valencia tras su traslado de Toledo. <i>Araña</i> poco decorativa. Único astrolabio andalusí con escala del zodiaco en la <i>corona</i> .





Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
A9			Muḥammad ibn Saʿīd al-Ṣabbān al-Saraqusṭī	¿Zaragoza?	466H/1073-1074	Bayerisches Nationalmuseum Munich (nº inv. 33/243)	Decoración caligráfica en el <i>dorso</i> y algunas <i>láminas</i> . Único autor andalusí que incorpora este tipo de decoración en sus dos astrolabios. Adición posterior de los valores de las latitudes en numeración occidental.
						ICN #1139	
A10			Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš	Zaragoza	472H/1079-1080	Germanisches Nationalmuseum de Nürnberg (nº inv. WI 353)	Tres distintas grafías árabes, más una latina, sugieren, al menos, cuatro operaciones de retallado. La primera fase, de periodo taifa, no incorpora curvas de las horas de oración y es el único astrolabio de estas fechas con esta carencia.
						ICN # 1099	
A11			Muḥammad ibn Saʿīd al-Ṣabbān al-Saraqusṭī	Madīnat al-Faraʿy (Guadalajara)	474H/1081-1082	Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 52473)	Su <i>dorso</i> es el más densamente inscrito de este catálogo. Entre las escalas del <i>calendario zodiacal</i> tiene una escala con las 28 mansiones lunares. <i>Lámina</i> astrológica para uso en Zaragoza y Valencia. Adornos caligráficos no habituales en astrolabios andalusíes.
						ICN # 2527	
A12			Ibrahīm ibn al-Sahlī	Valencia	Final de 478H/1087	Kassel Naturwissenschaftliche-Technische Sammlung Orangerie (nº inv. A38)	Su <i>araña</i> sirvió de referente para uno de los astrolabios realizado en los reinos cristianos (C6). Entre las escalas del <i>calendario zodiacal</i> tiene una escala con las 28 mansiones lunares. <i>Lámina</i> astrológica para uso en Zaragoza y Córdoba. <i>Láminas</i> con el valor de la latitud retallado en numeración romana.
						ICN # 121	

Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
A13			Muhammad ibn Sa'īd al-Sahlī	Valencia	483 H/1090-1091	Museo Nacional de Historia de Washington (Smithsonian) (nº inv. 2572) ICN # 2572	El autor era hijo de Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Shalī, autor de los astrolabios nº 5, 6 y 7. La <i>araña</i> sufrió el borrado de todas sus inscripciones en árabe para ser retallada en hebreo. No se completó. Lleva unas inscripciones peculiares (animal, vegetal, mineral / masculino, femenino) en las curvas de las horas de las <i>láminas</i> .
PERIODO ALMORÁVIDE (No nos ha llegado ninguno)							
PERIODO ALMOHADE							
A14			Muhammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī	Sevilla	609H/1212-1213	Paradero desconocido (Hasta 1893 en la colección Sauvare de París) ICN #127	.El más antiguo de los conservados de este prolífico autor. Único astrolabio andalusí con un doble calendario perpetuo: uno musulmán-lunar y otro juliano-cristiano-solar, ambos en el fondo de la <i>madre</i> .
A15			Muhammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī	Sevilla	613H/1216-1217	¿En paradero desconocido? ¿Robado del Observatorio Astronómico de Roma? ICN #1081	Es una de las tres únicas <i>azafeas</i> de Azarquiel del tipo “ <i>zarqāliyya</i> ” que se conservan.
A16		FOTO NO DISPONIBLE	Muhammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī	¿Sevilla o Marrakech?	614H/1217-1218	Museo de Artes y Tradiciones Dār Batha de Fez (nº inv. 714) ICN #2701	Es el único astrolabio andalusí con una inscripción (de fecha posterior) que lo identifica como un “ <i>waqf</i> ”, es decir, una donación a perpetuidad, en concreto, a la mezquita de los Andaluces de Fez.

Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
A17	FOTO NO DISPONIBLE	FOTO NO DISPONIBLE	Muhammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī	Sevilla	615H/1218-1219	Biblioteca Nacional de París ICN #128	Es una de las tres únicas <i>azafeas</i> de Azarquiel del tipo “ <i>zarqāliyya</i> ” que se conservan
A18			Muhammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī	Sevilla	618H/1221-1222	Museo de la Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 44141) ICN #129	Tiene información astrológica en el fondo de la <i>madre</i> y un calendario perpetuo en el <i>dorso</i> algo deteriorado. Parece que algunas de las <i>láminas</i> fueron parcialmente retalladas en Marruecos en periodo posterior al medieval.
A19			Muhammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī	Sevilla	621H/1224-1225	Museo Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 50934) ICN #130	Tiene un calendario perpetuo del tipo andalusí en el <i>dorso</i> . Las <i>láminas</i> indican el valor de la latitud en la que opera cada una pero no el nombre de la ciudad, excepto en las de Marrakech y Fez que han sido retalladas posteriormente.
A20			Muhammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī	Sevilla	621H/1224-1225	Museo Smithsonian Nacional de Historia de Washington (nº inv. 4001) ICN #4001	Nos ha llegado sin su <i>araña</i> . Se observan unas diferencias entre sus <i>láminas</i> que podrían indicar que el astrolabio se ha montado incorporando partes de al menos dos ejemplares del mismo autor.
A21		FOTO NO DISPONIBLE	Muhammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī	¿Sevilla o Marrakech?	628H/1230-1231	Museo de Arte Islámico del Cairo (nº inv. 151 HARARI) ICN #1148	Escasa información sobre él. Responde al modelo de astrolabios de al-Jamāʿirī. Está firmado y datado pero no indica la ciudad en la que se hizo. El autor estuvo activo en Sevilla y Marrakech.

Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
A22			Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī	Sevilla	634H/1236-1237	Adler Planetarium de Chicago (nº inv. M-35)	El <i>dorso</i> de este astrolabio no responde al modelo andalusí. También hay elementos disonantes en la <i>araña</i> como la presencia de una banda solsticial casi completa y la ausencia de puntos de discontinuidad en el despliegue de la banda equinoccial.
						ICN #153	
A23			Anónimo. Seguidor de al-Jamāʿirī	¿Sevilla?	Fecha atribuida ¿ca. 1237?	Museo Capodimonte de Nápoles (nº inv. 4994)	El astrolabio se relaciona con la producción de al-Jamāʿirī pero con detalles decorativos del astrolabista almohade, activo en Marrakech, Abū Bakr ibn Yūsuf. En el fondo de la <i>madre</i> lleva grabada una lámina astrológica para uso en Sevilla.
						ICN #3551	
PERIODO NAZARÍ							
A24			Muḥammad ibn Yūsuf ibn Ḥātīm	¿Sevilla? ¿Granada?	638H/1240-1241	Adler Planetarium de Chicago (nº inv. M-36)	Decoración de dobles palmetas en <i>araña</i> y <i>trono</i> . La <i>araña</i> conserva incrustaciones de plata en los orificios de los punteros e incorpora dos tetralóbulos como elementos decorativos. Lleva grabadas las 28 mansiones lunares en el <i>dorso</i> .
						ICN #154	
A25			Muḥammad ibn Muḥammad ibn Ḥudayl	Murcia	650H/1252-1253	Real Academia de las Ciencias y las Artes de Barcelona	Es una de las tres únicas <i>azafeas</i> de Azarquiel del tipo “ <i>zarqāliyya</i> ” que se conservan.
						ICN #1071	

Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
A26			Anónimo Atribuido a Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāṣo	¿Granada?	Atribuida: ca. 677H/ ca. 1280-1281	Museo della Specola de Bolonia (nº inv. MdS-11) ICN #4184	Si la atribución es correcta, sería el único astrolabio conservado de ibn Bāṣo padre, el autor del Tratado de la Lámina General para todas las latitudes. Las curvas de oración de los crepúsculos (líneas crepusculinas) aparecen duplicadas.
A27			Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo	Granada	694H/1294-1295	Real Academia de la Historia Colección Pascual de Gayangos (nº inv. 1016) ICN #132	El autor era <i>muwaqqit</i> de la mezquita de Granada. Los punteros de la <i>araña</i> y el <i>trono</i> se resuelven con el motivo de la doble palmeta. Tienen una <i>lámina</i> astrológica para uso en Granada.
A28			Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo	Granada	704H/1304-1305	Museo de Arte Islámico de Doha (Qatar) (nº inv. MW.394.2007) ICN #144	Su <i>araña</i> , simétrica respecto al eje vertical, conserva prácticamente todas las incrustaciones de plata en los orificios de los punteros. Incorpora una <i>lámina General</i> para todas las latitudes y dos <i>láminas</i> astrológicas para uso en Granada.
A29			Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo	Granada	709H/1309-1310	Museo de Arte Islámico de Doha (Qatar) (nº inv. MW.342.2007) ICN #1203	El diseño de su <i>araña</i> es diferente a la de los dos astrolabios firmados por ibn Bāṣo. Es retardataria, más cercana a los astrolabios califales, sin decoración, que a la producción andalusí posterior. Tiene una <i>lámina</i> astrológica, incompleta.
A30			Anónimo Atribuido a un seguidor de ibn Bāṣo	¿Granada?	Atribuida: ¿ca. 715H/ca. 1315-1316?	Technisches Museum de Viena (nº inv. 15144) ICN #1100	Incorpora <i>lámina general</i> para todas las latitudes y dos <i>láminas</i> astrológicas para uso en Granada. Inscripciones en latín y lengua provenzal añadidas en fecha probablemente posterior al siglo XV.

Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
A31			Ibrāhīm ibn Muḥammad ibn al-Raqqām	Guadix	720H/1320-1321	Real Academia de la Historia (Madrid). Colección Pascual Gayangos (nº inv. 1017)	Ha perdido todas sus <i>láminas</i> . Sólo conserva la proyección estereográfica para Guadix en el fondo de la <i>madre</i>
						ICN #136	
A32			Aḥmad ibn ‘Alī al-Šaraḥī	Alcalá la Real	729H/1328-1329	Statens Sjöhistoriska Museum, Estocolmo (nº inv. S-1565)	Del total de nueve <i>láminas</i> , una incorpora una <i>lámina general</i> para todas las latitudes y otra una <i>lámina de horizontes</i> . Una tercera está sólo grabada con una grafía distinta, probablemente no medieval.
						ICN #1161	
A33			Muḥammad ibn Faraʿy	Granada	881H/1476-77	Museo Capodimonte de Nápoles (nº inv. 4991)	Incorpora una <i>lámina general</i> para todas las latitudes en cuya parte inferior se ha inscrito la palabra <i>Whithersoever</i> (“dondequiera”) lo que confirma que el astrolabio pasó en algún momento por manos inglesas.
						ICN #3552	
A34			Muḥammad ibn Zawāl	¿Granada?	886H/1481-1482	Museo Arqueológico y Etnológico de Granada (nº inv. 12115)	Ha perdido sus <i>láminas</i> . El fondo de la <i>madre</i> da servicio a la latitud de Granada. El <i>trono</i> conserva piezas geométricas de plata y latón incrustadas en el latón. El <i>asa</i> que fija la <i>anilla</i> al <i>trono</i> tiene dos simpáticas cabezas de perro decorativas.
						ICN #4217	

4.6.2.- Análisis y contextualización de características diferenciadoras en los astrolabios andalusíes catalogados

Si bien los astrolabios andalusíes comparten muchas características estructurales y estéticas es interesante valorar las diferencias y contextualizarlas. En este capítulo se abordan las que no tienen dimensión estética.

4.6.2.1.- Nombres de las estrellas rotulados en los punteros de las arañas

En el Anexo 1 se recoge, en una tabla, el nombre de la estrella rotulado en cada uno de los punteros de las *arañas* de los astrolabios andalusíes recogidos en este catálogo. En un análisis general se puede apreciar la gran homogeneidad en los nombres de estrellas grabados en cada astrolabio, muchos de ellos contenidos en las dos tablas de estrellas para astrolabios más antiguas elaboradas en al-Andalus: la de Qāsim ibn Muṭarrif al-Qaṭṭān realizada en Córdoba el año 300H/912-913 y, sobre todo, la del gran astrónomo y matemático Maslama al-Maʿrīfī compilada en Córdoba el año 367H/1006-1007.²⁶⁷

Las diferencias se reducen a recortar el nombre si consta de más de una palabra, normalmente por falta de espacio en el puntero o bien a eliminar el artículo con el mismo objetivo. A modo de ejemplo, la primera estrella que aparece en la tabla, Altair de la constelación del Águila, se rotula con su nombre completo, *al-nasr al-tā'ir* (el águila que vuela), sólo en 3 astrolabios de los 25 que llevan esta estrella en su *araña*. Luego son 20 astrolabios, es decir un 80% del total, los que la rotulan con el nombre que ha llegado hasta nuestros días, *al-tā'ir* (la que vuela), y los dos astrolabios restantes han optado por *tā'ir* (que vuela), eliminando el artículo. Otro caso paradigmático es el de la estrella Regulus de la constelación de Leo que se rotula con su nombre completo, *qalb al-asad* (el corazón del león), en 23 de los 24 astrolabios que la incorporan a su *araña*, lo que representa un 96% de homogeneidad.

Esta ordenada uniformidad, producto de una tradición mantenida en el tiempo y regulada por textos, los Tratados del Astrolabio, conocidos en al-Ándalus, contrasta con el caos imperante en las denominaciones de las estrellas rotuladas en las *arañas* de los astrolabios de los reinos cristianos hispanos (ver punto 5.5.2.3).

Los referentes de los nombres de estrella rotulados en los punteros de los astrolabios están en las tablas de estrellas con sus nombres y coordenadas que se elaboraron tanto en al-Andalus como en el resto del Islam. Esas tablas fueron estudiadas, comparadas y organizadas en grupos

²⁶⁷ VERNET y CATALÁ (1979), p. 271. Maslama tituló su tabla de 21 estrellas “Tabla de los lugares de las estrellas fijas según las observaciones de Maslama ibn Aḥmad realizadas a fines del año 367 según el método de al-Battānī. Son las estrellas que se colocan en el astrolabio” [BNF, Ms Árabe 4821, f. 81v]; COMES (1994b), p. 106. La tabla de estrellas para el astrolabio más antigua que nos ha llegado realizada en al-Andalus es la que elaboró Qāsim ibn Muṭarrif al-Qaṭṭān en Córdoba el año 300H/912-913 [conservada en el Ms. Istambul Carulla 1279, ff. 317r-317v]. Se trata de una lista de 16 estrellas que están todas incluidas en la lista de 21 estrellas de Maslama que realizó 94 años después.

por Paul Kunitzsch en base a los manuscritos medievales que nos han llegado.²⁶⁸ En las fichas de este catálogo no se ha incorporado información sobre la “tabla de Kunitzsch” de la que deriva cada uno de los nombres de las estrellas. Esa actividad, ya disponible en la bibliografía referida para unos pocos de los astrolabios andalusíes de este catálogo, queda para estudio posterior en el resto de los casos.

4.6.2.2.- Ciudades y latitudes rotuladas en las láminas

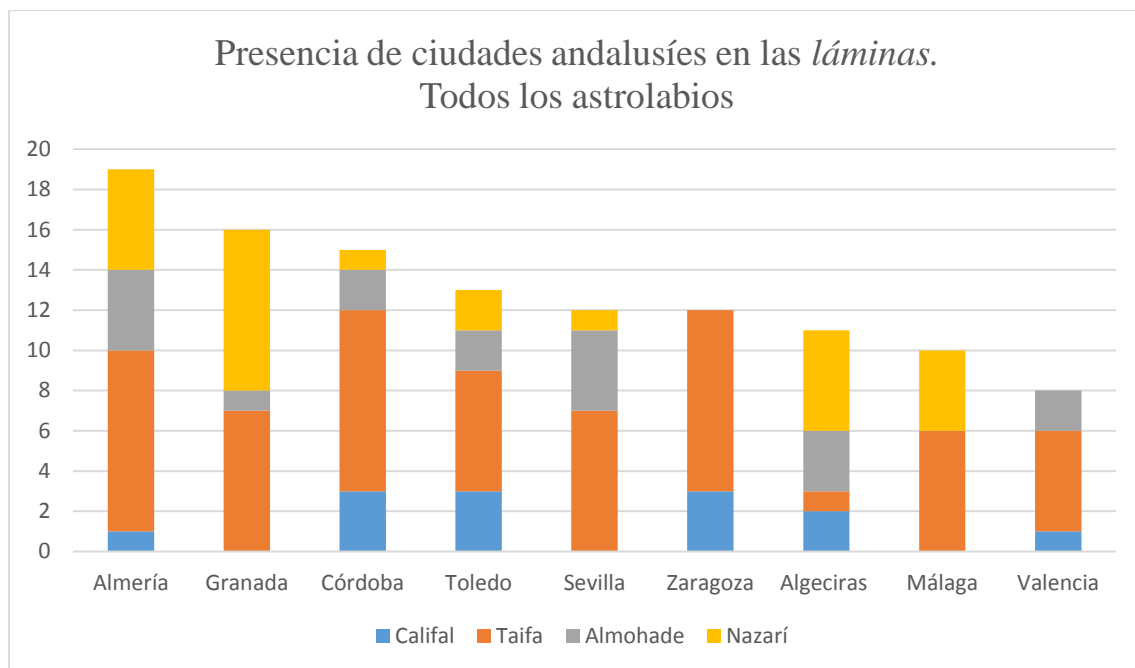
En el Anexo 2 se recogen en una serie de tablas los datos de ciudades y/o latitudes grabados en las *láminas* de los astrolabios andalusíes del catálogo. Hay que indicar que de los 34 astrolabios catalogados tres son *azafeas* (A15, A17 y A25) y por tanto carecen de *láminas*, uno más nos ha llegado sin ninguna (A14) y además se carece de información sobre las *láminas* del astrolabio A21. Por todo ello el total de astrolabios al que se aplica el estudio comparativo es de 29 de los cuales 4 son califales, 9 son taifas, 6 son almohades y 10 son nazaríes.

Del total de 29 astrolabios que nos atañen en este estudio comparativo, 16 llevan en sus *láminas* nombres de ciudades inscritos, hasta un total de 33 andalusíes y 98 del resto del mundo islámico, 10 llevan valores de latitud que pueden adscribirse a alguna de esas ciudades y, por último, hay 3 que llevan en unas *láminas* ciudades y en otras latitudes. Cuando en una *lámina* está inscrito el nombre de la ciudad y también la latitud, sólo se ha tenido en cuenta el nombre de la ciudad, primándose la voluntad de identificar claramente el lugar sobre el dato de latitud que no lo hace tan claramente.

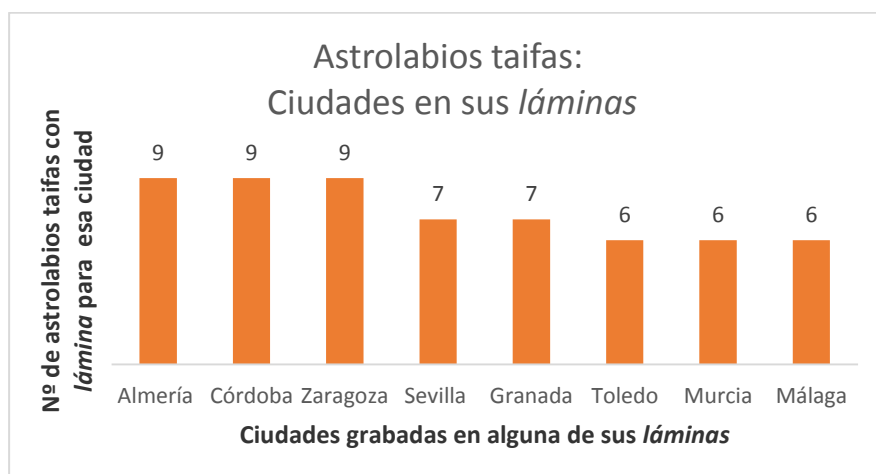
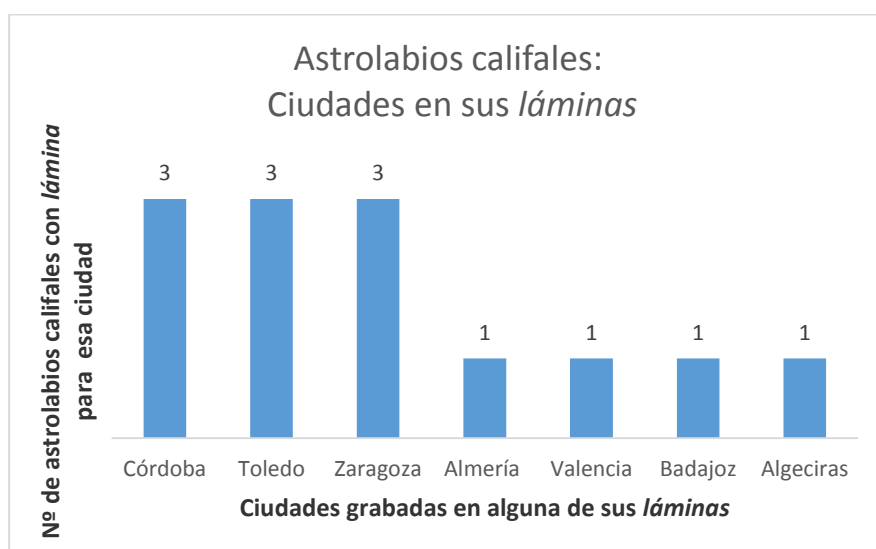
En lo que respecta a las ciudades andalusíes, la ciudad que se inscribe más veces es Almería seguida de Granada, Córdoba, Toledo y Sevilla. Sin bien estas últimas cuatro ciudades eran esperables por haber sido capitales de reinos andalusíes en los diferentes periodos cronológicos, es Almería, una ciudad con un puerto de gran actividad, emporio comercial y en manos andalusíes casi hasta la caída de Granada, la ciudad que más aparece en los astrolabios, en un total de 19 de los catalogados. Ambos factores, el de ser uno de los más importantes puertos del Mediterráneo medieval y por tanto lugar de llegada y salida de viajeros que podían portar astrolabios entre sus pertenencias y por otro lado el haber sido ciudad relevante desde el periodo omeya hasta el nazarí y por tanto andalusí durante siete siglos, lo que justifica esta primacía presencial de Almería en los astrolabios andalusíes.

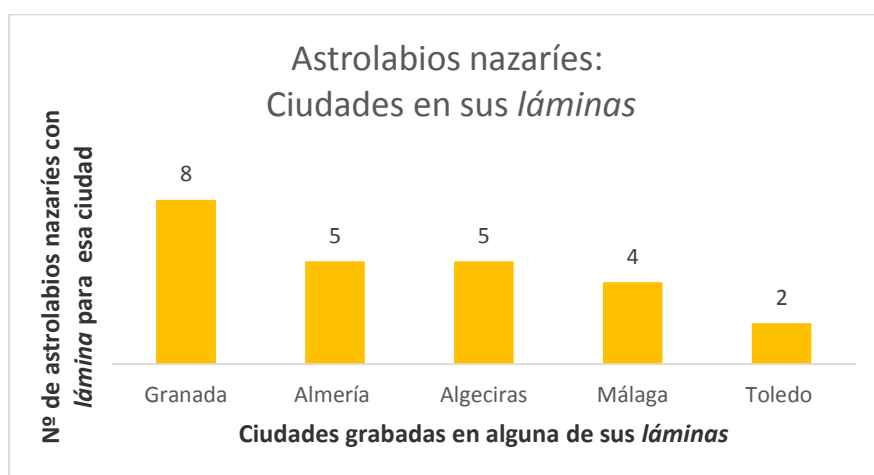
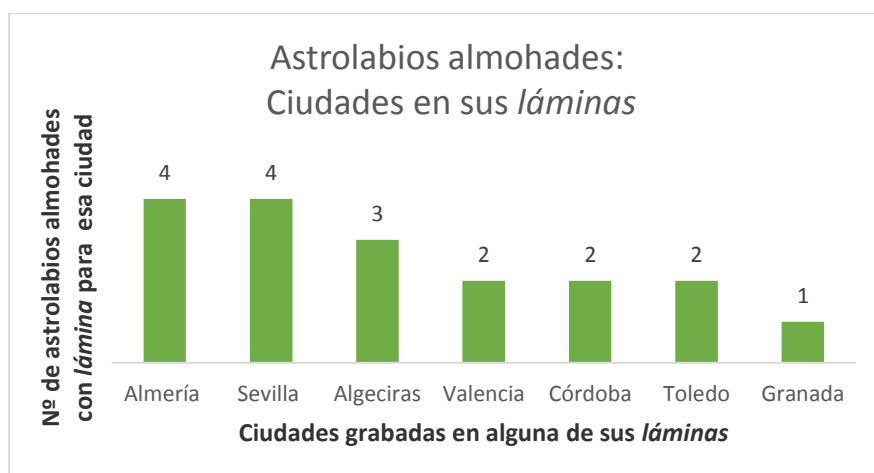
Las siguientes gráficas informan sobre las 10 ciudades andalusíes más inscritas y sus periodos de mayor presencia.

²⁶⁸ Las obras de referencia de Paul Kunitzsch son: KUNITZSCH (1959), KUNITZSCH (1966), KUNITZSCH (1980), KUNITZSCH (1989).

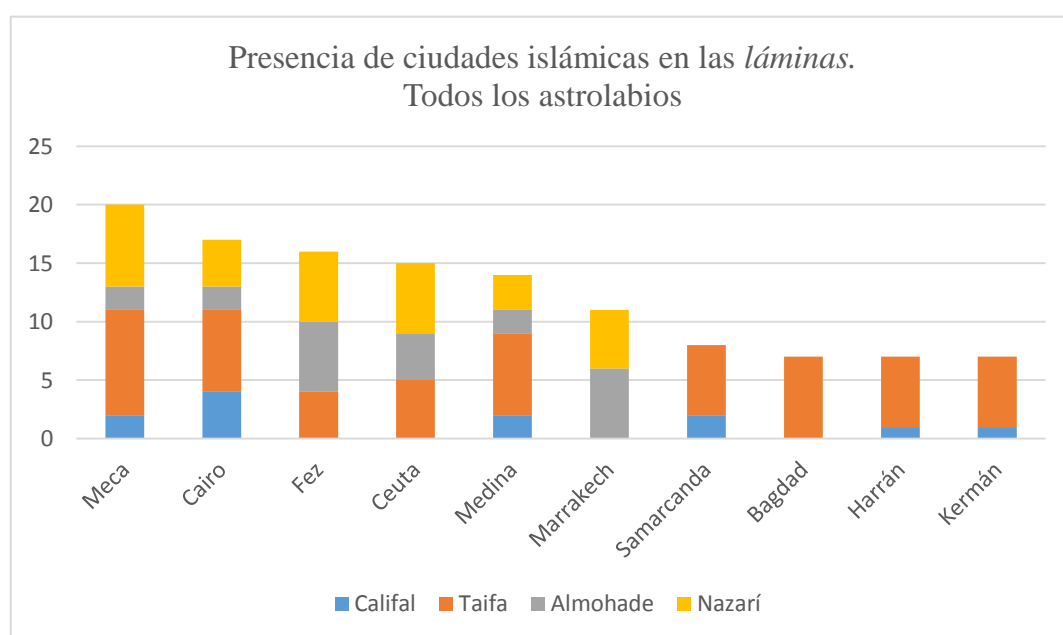


Desglosando para cada periodo cronológico:



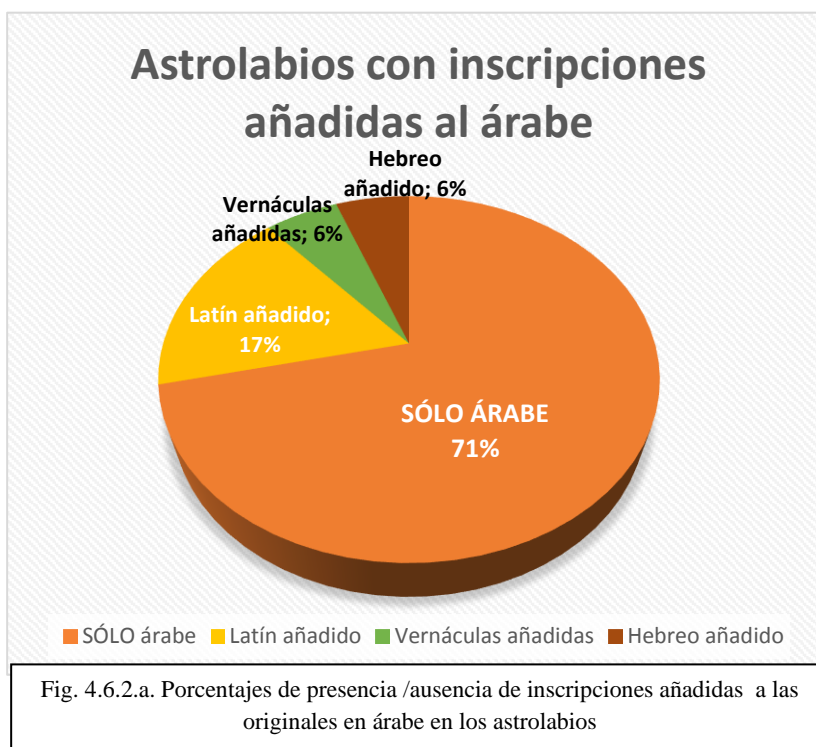


Las siguientes gráficas informan sobre las 10 ciudades del mundo islámico más inscritas y sus periodos de mayor presencia. Como era de esperar, es Meca la ciudad más presente, seguida del Cairo, el centro más importante del Mediterráneo islámico medieval. Les sigue Fez, muy presente en los astrolabios almohades y nazaríes.



4.6.2.3.- Astrolabios con inscripciones alfabéticas añadidas en otra lengua

El desplazamiento hacia el sur de la frontera que separó al-Andalus de los reinos cristianos hispanos y la circulación a través de una frontera que fue permeable para estos y otros muchos objetos, se hace evidente en la presencia de inscripciones en lenguas distintas al árabe en varios de los astrolabios andalusíes. En las fichas del catálogo se detallan los contenidos de esas inscripciones (todas técnicas) y en algunos casos se sugiere el momento en que se pudieron realizar. Aquí sólo se trata de registrar cuántos astrolabios presentan estos retallados posteriores en lenguas distintas al original en árabe, a saber, el latín, las lenguas vernáculas y/o el hebreo.



Los datos son como sigue [Fig. 4.6.2.a]:

- Inscripciones en latín:
 - Astrolabios omeyas: 2 (A1, A2)
 - Astrolabios taifas: 3 (A5, A7, A10)
 - Astrolabios almohades: 0
 - Astrolabios nazaríes: 1 (A29)
- Inscripciones en lenguas vernáculas: A5 (valenciano), A30 (provenzal)
- Inscripciones en hebreo: A4 (omeya), A13 (taifa)

De nuevo nos encontramos con menos astrolabios con inscripciones añadidas en otra lengua de los teóricamente esperados, son diez de un total de 34, es decir un 29%. A destacar la total ausencia de retallados en lenguas distintas al árabe en los astrolabios almohades que quizá no salieron nunca de sociedades árabo-parlantes y, si lo hicieron, fue en unas fechas suficientemente cercanas a nuestros días como para que no se altere conscientemente un objeto histórico.

4.6.2.4.- Astrolabios con inscripciones numéricas con cifras occidentales

Situación similar a la adición de inscripciones alfabéticas es la grabación de valores numéricos en cifras occidentales. Destaca, por ser el único caso, el astrolabio hecho en Valencia en el siglo XI que lleva añadidos los valores de la latitud en las *láminas* en números romanos (ver ficha A12). Los datos generales son:

- Astrolabios omeyas: 1 (A2)
- Astrolabios taifas: 5 (A5, A6, A9, A10, A12)
- Astrolabios almohades: 0
- Astrolabios nazaríes: 2 (A26, A30)

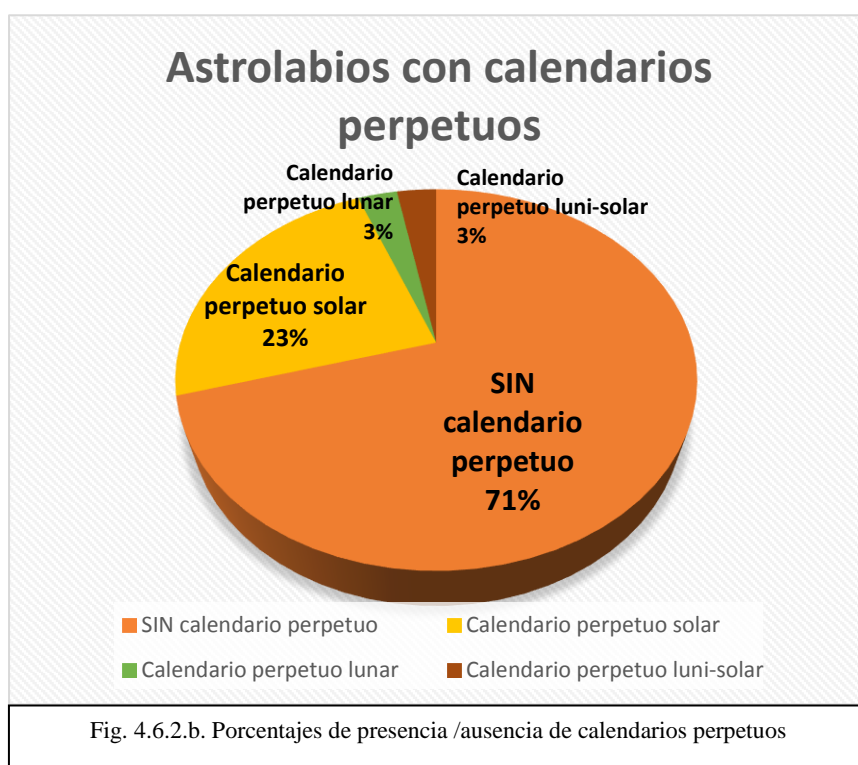
En total son ocho astrolabios, que representan un 23% del total de los catalogados.

4.6.2.5.- Astrolabios con calendario perpetuo solar y/o lunar

La presencia de un calendario zodiacal formado por una escala circular con los 12 signos del zodiaco y otra con los 12 meses del año juliano está confirmada en todos los astrolabios que componen el catálogo. De este modo que se asegura la relación biunívoca entre el calendario solar civil presente en la península Ibérica a la llegada del Islam y el calendario astronómico por

excelencia, el de los signos zodiacales. Esta doble escala permite obtener informaciones de tipo astronómico relativas a las coordenadas eclípticas del sol, en concreto la longitud solar.²⁶⁹

Pero un número relevante de astrolabios incorporan además un calendario solar perpetuo que permite conocer el día de la semana en que comienza el año juliano (es decir, el día de la semana en que cae el 1 de



²⁶⁹ SAMSÓ (2011), p. 33. El *calendario zodiacal* establece una correspondencia biunívoca entre cada fecha del año juliano y la longitud del sol y se considera una de las consecuencias de la influencia de la tradición astronómica latino-isidoriana en la ciencia andalusí. Si bien el *calendario zodiacal* se conocía en Oriente, no aparece en los astrolabios orientales hasta fechas tardías.

enero), en cada uno de los 28 años que conforman un ciclo solar.²⁷⁰ El calendario perpetuo se ubica en el *dorso* mediante dos círculos, el más exterior con los números 1 al 28 que corresponden al ciclo solar y el interior con números del 1 al 7 que indican el día de la semana en que comienza el año. Hay que tener en cuenta que en la cultura islámica el primer día de la semana es el domingo y el séptimo el sábado. Cada cuatro años está marcado el que es bisiesto con su término en árabe *kabīsa* (كبيسة). Este diagrama calendárico aparece descrito por primera vez en el Tratado del Astrolabio de Ibn al-Šaffār.²⁷¹ En algunos casos, el calendario perpetuo se completa con otra escala que muestra el día de la semana en que empieza cada mes del año, una vez conocido el día de la semana en que empieza el mes de enero.

Los astrolabios que implementan un calendario solar perpetuo son [Fig. 4.6.2.b]:

- Omeyas: 0
- Taifas: 4 (A5, A6, A7, A9)
- Almohades; 4 (A14, A18, A19, A20)
- Nazaríes: 0

El total es por tanto de 8 astrolabios dotados de este interesante tipo de calendario, un 23% del total. Son los astrolabios taifas los que más implementan esta funcionalidad (los 4 que lo hacen representan un 44% de los astrolabios taifas que nos han llegado) que debía estar ligada al auge de la ciencia en al-Andalus en el siglo XI.

En cuanto a los calendarios perpetuos lunares son infrecuentes por lo complejo de su implementación que se describe con detalle en la ficha del astrolabio taifa A11, único que lo tiene grabado en su *dorso*. Otro caso peculiar lo ofrece el fondo de la *madre* del astrolabio almohade A14 que lleva grabado un doble calendario perpetuo solar y lunar.

4.6.2.6.- Presencia de láminas para uso astrológico

Hay debates historiográficos sobre la mayor o menor importancia que tuvo en la producción de astrolabios su potencial uso astrológico, entendiendo por “astrológico” aquel destinado al levantamiento de horóscopos para la predicción de eventos futuros de dimensión social, no natural. Es importante señalar que el astrolabio es un mero instrumento de medida y ajeno por tanto al uso posterior de esas medidas. No obstante, la presencia en algunos astrolabios de *láminas* facilitadoras del cálculo de los datos necesarios para el levantamiento de horóscopos, es una medida, aunque no sea exacta, del potencial interés de su promotor o mecenas por esos usos astrológicos.

De los 34 astrolabios estudiados, 9 contienen alguna *lámina* o escala relativa a las casas astrológicas [fig. 4.6.2.d. (izda.)], lo cual supone un 27% del total. La distribución cronológica es [Fig. 4.6.2.c]:

²⁷⁰ Sobre el concepto de “ciclo solar” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁷¹ Ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y en particular SAMSÓ (2007a), p. 70.

Carácter astrológico de los astrolabios

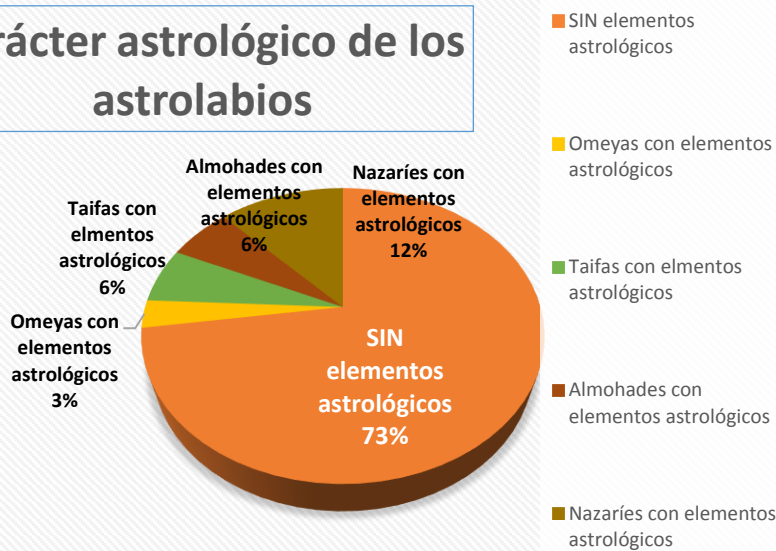


Fig. 4.6.2.c. Porcentajes de presencia /ausencia de elementos astrológicos en los astrolabios

- Omeyas: 1 (A4)
- Almohades: 2 (A18, A23)
- Taifas: 2 (A11, A12)
- Nazaríes: 4 (A27, A28, A29, A30)

A la vista de estos datos, relativos por supuesto a los astrolabios que han llegado a nuestros días, parece razonable considerar que no fue el uso del astrolabio para el levantamiento de

horóscopos el más importante en al-Andalus, aunque, sin duda, la dimensión astrológica, presente en un 30% de ellos, jugó un papel dinamizador de la producción astrolabista andalusí.

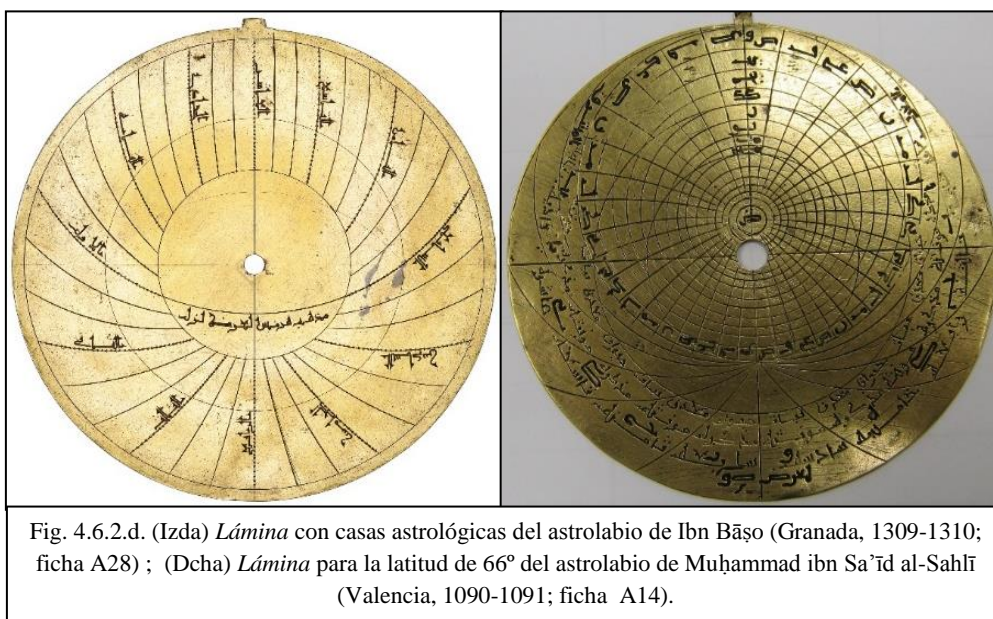


Fig. 4.6.2.d. (Izda) Lámina con casas astrológicas del astrolabio de Ibn Bāšo (Granada, 1309-1310; ficha A28) ; (Dcha) Lámina para la latitud de 66° del astrolabio de Muḥammad ibn Saʿīd al-Sahlī (Valencia, 1090-1091; ficha A14).

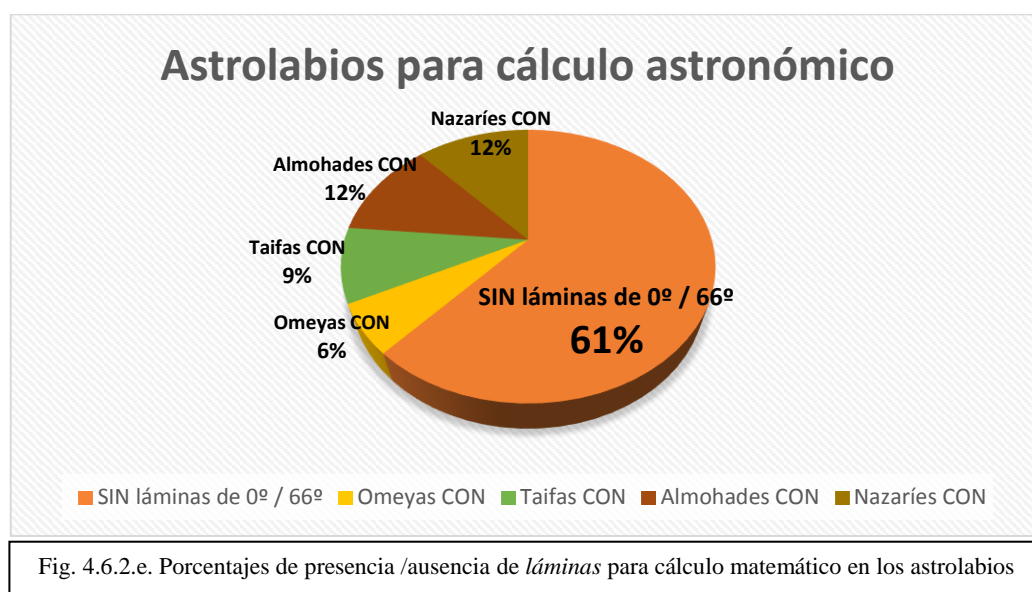
En lo que se refiere a las mansiones lunares (*manāzil*) podían usarse para predicciones pero el sistema tuvo un origen meramente astronómico. Procedía de la astronomía hindú y se basaba en que cada día la luna “descansa” en una mansión distinta hasta completar los 28 días del ciclo lunar.²⁷² Hay tres astrolabios que llevan grabadas las 28 mansiones lunares en su *dorso*:

²⁷² RIUS (2000), p. 231.

dos almohades (A11, A12) y uno nazarí (A24). Su presencia es por tanto testimonial en la producción andalusí que nos ha llegado.

4.6.2.7.- Presencia de láminas para uso matemático y astronómico

Similar debate se centra en considerar si el astrolabio fue un instrumento de uso exclusivo por astrónomos para el cálculo matemático y astronómico. De nuevo aquí se puede extraer un dato cuantitativo que module el debate, analizando la presencia en los astrolabios de *láminas* grabadas con proyecciones estereográficas para latitudes de 0° (correspondiente al ecuador) ó de 66° (correspondiente al círculo polar, considerado el límite por el norte de las tierras habitadas) [Fig. 4.6.2.d (dcha)]. Esas *láminas* eran inútiles para un uso meramente civil o religioso del astrolabio por parte de no especialistas, pero eran esenciales para hacer cálculos matemáticos y astronómicos más sofisticados por los científicos.



En este caso, tenemos un total de 13 astrolabios con uno, otro o los dos tipos de *láminas* frente a 21 sin este tipo de *láminas*. Eso supone un 39% del total “CON” frente a un 61% “SIN”, que lleva a un balance menos desequilibrado que en el caso de la dimensión astrológica [Fig. 4.6.2.e]. La distribución cronológica es como sigue:

- Omeyas: 2 (A3, A4)
- Taifas: 3 (A5, A12, A13)
- Almohades: 4 (A19, A20, A22, A23)
- Nazaríes: 4 (A28, A30, A32, A33)

Puede concluirse que la incorporación de *láminas* para uso exclusivo de cálculo era un requisito demandado por la mayor comunidad de usuarios de astrolabios en al-Andalus, que fueron los astrónomos y matemáticos, pero que había otro grupo relevante de promotores de la construcción de astrolabios para quienes estas *láminas* para latitudes de 0° y/o 66° no tenían ninguna utilidad pues nunca se iban a desplazar a lugares tan alejados de sus asentamientos habituales ni a realizar cálculos sofisticados con ellas y por tanto no las demandaban. Es también relevante señalar que tomando cada periodo cronológico y comparando los astrolabios con esta

funcionalidad y sin ella los porcentajes se situaban en una banda intermedia (omeyas 50%, taifas 33%, almohades 40% y nazaríes 36%).

4.6.2.8.- Astrolabios con soluciones universales

Ya se ha explicado la importancia que tuvo para los astrónomos y matemáticos islámicos encontrar el modo de superar la subordinación a la latitud del observador en el desarrollo de instrumentos astronómicos como los astrolabios. Ese concepto de universalidad tenía además una dimensión simbólica pues un astrolabio universal en la mano de un sujeto revestido de poder potenciaba su deseo de mostrarse como líder del universo.

Las tres soluciones universales inventadas en al-Andalus tuvieron lugar en los periodos taifa y nazarí y están presentes en el conjunto de los astrolabios del catálogo como sigue:

- Azafea tipo *zarqāliyya* inventada por Azarquiel: nos han llegado dos almohades (A15, A17) y una nazarí (A25).
- Astrolabios con una *lámina general* inventada por Ibn Bāṣo [Fig. 4.6.2.f]: nos han llegado 5 nazaríes (A28, A29, A30, A32, A33).

Aunque el número pueda parecer escaso, su importancia relativa es grande, sobre todo, en el caso de las azafeas que fueron muy aplaudidas desde lo conceptual pero poco implementadas en lo material, por la dificultad de su uso y quizá también por la pérdida de dimensión estética que suponen frente al astrolabio. Distinto es el caso de la *lámina general* de Ibn Bāṣo, y aquí al-Andalus hace honor a su inventor, pues son andalusíes cinco de los quince astrolabios medievales islámicos que nos han llegado incorporando una *lámina* de esas características.

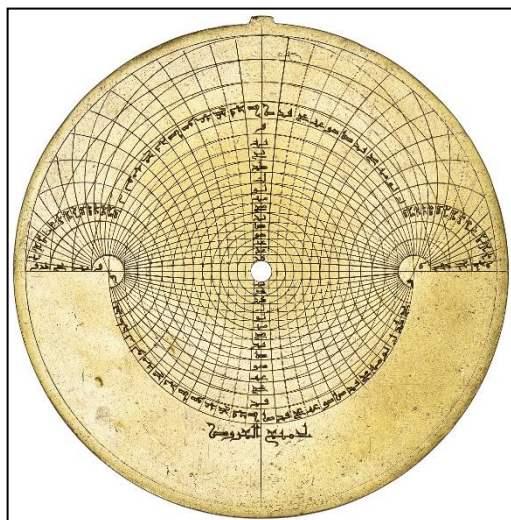


Fig. 4.6.2.f. *Lámina general* para todas las latitudes del astrolabio de ibn Bāṣo (Granada, 704 H /1304-1305: ver ficha A28)

4.6.2.9.- Astrolabios con escalas de cotangentes en dos cuadrantes del dorso

La presencia de un *cuadrado de sombras* en el *dorso* de los astrolabios andalusíes es una de sus señas de identidad y su importancia se asocia al uso topográfico del astrolabio que está ligado al ámbito civil de la agrimensura y al ámbito militar. Sin embargo, la invención de la *azafea* por Azarquiel obligaba a eliminar este útil sistema de medida del *dorso* de las mismas, pues se necesitaba ese espacio para otras cosas esenciales para su funcionamiento. Fue el propio Azarquiel el que encontró una solución a este problema desplazando las escalas del *cuadrado de sombras* al anillo exterior del *dorso* del astrolabio, concretamente a sus dos cuadrantes

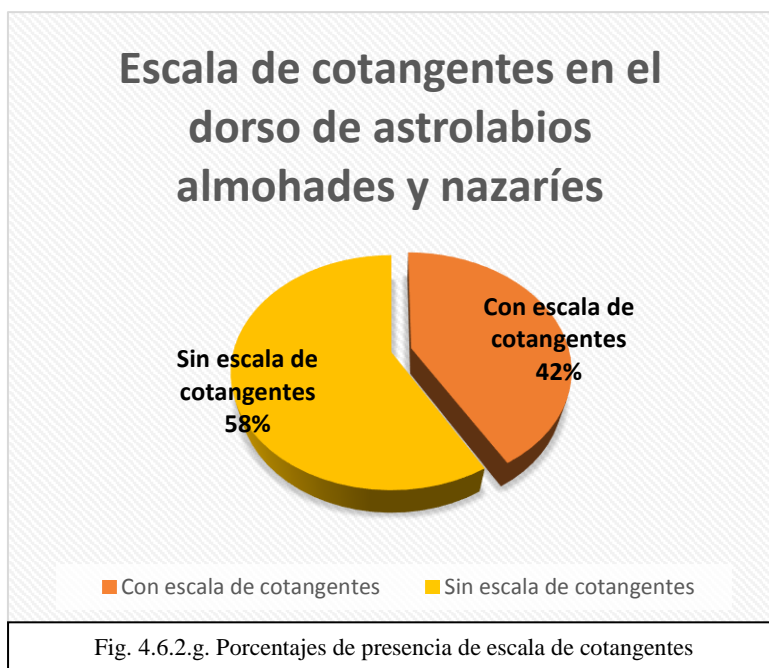
inferiores.²⁷³ Esas escalas se identifican en la bibliografía como “escalas de cotangentes” o “cuadrantes de cotangentes”, puesto que miden cotangentes de ángulos, y las tienen implementadas las tres azafeas *zarqāliyyas* del catálogo (A15, A17 y A25). Sorprendentemente, un astrolabio almohade (A22), que no es una *azafea*, presenta un *dorso* muy similar al de estos instrumentos universales, sin *cuadrado de sombras* y con la escala de cotangentes sustitutiva. No es posible explicar la ausencia del *cuadrado de sombras* de este astrolabio almohade pero no es este el único elemento disonante de este ejemplar, como se especifica en su ficha del catálogo.

Cosa distinta es el que algunos astrolabios andalusíes

incorporen la escala de cotangentes en los cuadrantes inferiores del *dorso* para incrementar la funcionalidad del *cuadrado de sombras* que, por supuesto, tienen también. Se trataría de un reconocimiento al valor de esa solución de Azarquiel, sin perder la tradición del muy bien conocido y valorado *cuadrado de sombras*. Los astrolabios con esta escala de cotangentes “de refuerzo” son:

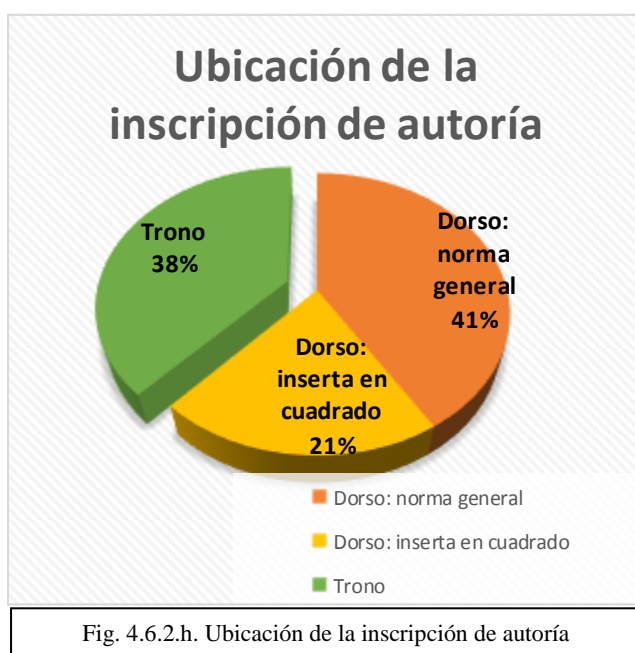
- Omeyas: no puede haber ninguno porque la formulación de Azarquiel es de mediados del siglo XI, periodo taifa.
- Taifas: quizá por la proximidad de la propuesta, no se implementó en ningún astrolabio de este periodo.
- Almohade: 5 (A14, A18, A19, A20, A23)
- Nazarí: 6 (A24, A26, A28, A29, A30, A31)

Por tanto, 11 astrolabios de un subtotal de 21 entre almohades y nazaríes, es decir más del 50% implementa esta solución que mejora las prestaciones del *cuadrado de sombras*. Si se añade a los once astrolabios en cuestión, las tres azafeas (A15, A17, A25) y el astrolabio almohade disonante (A22), se llega a una cifra de 15 ejemplares sobre 21 que implementan la escala de cotangentes. [Fig. 4.6.2.g]. Se trata, por tanto, de una característica que se convirtió en muy mayoritaria en la producción astrolabista andalusí desde la segunda mitad del siglo XII en adelante.



²⁷³ VERNET (2001b), p. 250.

4.6.2.10.- Ubicación de la inscripción de autoría, lugar y fecha



La inscripción de autoría, lugar y fecha se ubica habitualmente en la zona central del *dorso* bien con un despliegue lineal o semicircular. Sin embargo hay alternativas o variaciones a esta norma general [Fig. 4.6.2.h]:

- Astrolabios que la ubican en el *trono*. Hay un total de 13 (38%) que se distribuyen así:
 - Omeyas: 0
 - Taifas: 0
 - Almohades: 9 (A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22)
 - Nazaríes: 4 (A24, A25, A33, A34)
- Astrolabios que la despliegan en el

dorso pero dentro de un cuadrado que aloja también el *cuadrado de sombras*. Hay un total de 7 (20% del total) que se distribuyen así:

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| - Omeyas: 1 (A4) | - Almohades: 1 (A13) |
| - Taifas: 2 (A5, A12) | - Nazaríes: 3 (A24, A28, A29) |

CAPÍTULO 5: ASTROLABIOS EN LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS: MECENAZGO Y CONTEXTO

5.1.- DIFUSIÓN DEL ASTROLABIO ANDALUSÍ A LOS REINOS CRISTIANOS

No hay ninguna duda sobre el papel transmisor jugado por los reinos cristianos peninsulares como puente entre al-Andalus y toda la Europa medieval en lo que concierne a la astronomía y la construcción y uso de instrumentos científicos como el astrolabio. Esa difusión tuvo dos vertientes: la traducción de tratados del astrolabio y otras obras de astronomía del árabe al latín y la manufactura de astrolabios tomando los andalusíes como modelo, siendo el astrolabio Destombes (ficha C1) buen ejemplo de ello. Los mozárabes o los judíos que sabían usar los astrolabios y conocían el árabe para leer las leyendas inscritas en ellos jugaron un papel esencial. Historiadores de la ciencia como Beaujouan o Poulle sostienen que la verdadera difusión del astrolabio en las sociedades cristianas vino de la mano del mismo instrumento y de su uso más que de los complicados y densos tratados.²⁷⁴ Tal como afirma Julio Samsó: “La primitiva transmisión de la nueva astronomía se hizo con textos pero también con instrumentos. Las dificultades que tenían los usuarios al enfrentarse a un astrolabio con leyendas en árabe les hizo plantearse la traducción de uno de esos instrumentos. Este fue posiblemente el origen del astrolabio latino más antiguo, el Destombes.”²⁷⁵

Los astrolabios jugaron un papel estratégico en la transmisión científica del mundo islámico al latino occidental como agentes de lo visual y no de lo textual.²⁷⁶ El que sea un astrolabio y un texto sobre su construcción y uso el factor que desencadenó la luego imparable actividad de traducir textos científicos andalusíes y orientales del árabe al latín y, más adelante, a las lenguas vernáculas, nos confirma la fascinación que debieron despertar en los reinos cristianos esos instrumentos. Los objetos de lujo omeyas se movieron a través de la frontera del norte mediante los dos mecanismos que se alternan en las sociedades de frontera: el regalo y la guerra.²⁷⁷ En el caso del astrolabio, parece que el mecanismo fue el del regalo.

La superioridad cultural de la Marca Hispánica respecto al resto de Europa en el siglo X se confirma, entre otras cosas, por el hecho de que Gerberto de Aurillac (*ca.* 945-1003), futuro papa Silvestre II, fuera enviado a Vic (Barcelona) del año 967 a 969 a estudiar con el obispo Ató y acceder a las traducciones latinas que se estaban haciendo en el *scriptorium* de Ripoll.²⁷⁸

²⁷⁴ BEAUJOUAN (1972), p. 658.

²⁷⁵ SAMSÓ (2004a), p. 314.

²⁷⁶ BORRELLI (2008), p. 21.

²⁷⁷ Sobre la circulación de objetos de lujo entre el califato y el norte de la península Ibérica ver LARREA (2013).

²⁷⁸ LINDBERG (1992), pp. 188-190. Gerberto de Aurillac se educó en el monasterio de Santa María de Aurillac (región de Auvernia, en el centro de Francia) y fue confiado por su abad al conde de Barcelona, Ramón Borrell, para que aprendiera Artes Liberales en algún cenobio de la Marca Hispánica. Gerberto pasó 3 años (967-969) con Ató, obispo de Vic. Después se trasladó a la escuela de la catedral de Reims convirtiéndose en su director, luego fue abad del Monasterio de Bobbio en el norte de Italia, arzobispo de Reims y arzobispo de Ravena. Gracias al apoyo de su mentor, el emperador Otón III, fue elegido papa en 999 con el nombre de Silvestre II (999-1003).

Juan Vernet hace una aproximación atractiva, por su sencillo realismo, a todo este interesante proceso de transmisión de la astronomía y la construcción de astrolabios de al-Andalus a Europa afirmando que, si bien están documentados los viajes de personajes importantes a la península Ibérica para empaparse de ciencia islámica, fueron probablemente los miembros del séquito de estos grandes personajes o sus discípulos, muchas veces anónimos, los que llevaron la ciencia a Europa, eso sí, estimulados por sus señores y mecenas.²⁷⁹

La Europa occidental, y la Marca Hispánica como parte de ella, estaban preparadas en el siglo X para que la transmisión del conocimiento y del uso del astrolabio fuera posible. Está documentado el interés, en el imperio carolingio, tanto por la representación de proyecciones estereográficas, base matemática de la estructura de un astrolabio, como por las observaciones astronómicas²⁸⁰. En opinión de Samsó, los tratados de cómputo fueron claves para asegurar la recepción y asimilación de la astronomía árabe.

La comunidad judía hispana jugó un papel esencial en el conocimiento y difusión del astrolabio andalusí a los reinos cristianos. Este papel nuclear no sólo se debió a los conocimientos de los científicos judíos sino también al hecho de que los judíos hispanos estaban involucrados en el comercio del metal en los reinos hispanos medievales y tenían talleres de trabajo de metalistería.²⁸¹ No es por tanto improbable que talleres judíos de trabajo de latón situados en territorio andalusí se mantuvieran activos cuando esos territorios pasaron a manos cristianas asegurando la continuidad en el conocimiento de las técnicas de construcción de astrolabios.

A diferencia de otros reinos cristianos europeos, la ciencia hispana estuvo condicionada por cuatro factores:²⁸²

- la presencia musulmana en al-Andalus y la permeabilidad de la frontera con los reinos cristianos peninsulares en lo que se refiere a la astronomía y la construcción y uso de astrolabios.
- el papel preponderante de los judíos como excelentes traductores por su dominio del árabe, el hebreo y las lenguas vernáculas.
- la precoz madurez de las lenguas vernáculas peninsulares y su uso en los textos científicos en lugar del latín.

²⁷⁹ VERNET (1993), p. 721.

²⁸⁰ EASTWOOD (1995), pp. 220 y 223. Ha llegado a nosotros al menos una proyección estereográfica carolingia para representar las latitudes planetarias en el manuscrito conservado en la Biblioteca de Berna (MS 347 f.25r) datado en la segunda mitad del s. IX. En cuanto a las observaciones astronómicas en el periodo carolingio, la evidencia nos la proporciona el manuscrito conocido como *Leiden Aratea*, (Rijksuniversiteit Leiden, MS Voss.lat.Q.79, f.93v) que muestra una observación del cielo con la colocación de los planetas en los signos zodiacales de tal precisión que ha sido posible saber que la observación se hizo en el año 816. Otro ejemplo lo tenemos con la obra *De computo* de Rabano Mauro donde se explica una observación del cielo realizada en Fulda el 9 de julio de 820 con datos sobre las posiciones del Sol, la Luna, Marte, Júpiter y Saturno. Hay algunos errores pero explicables por las limitaciones de la época.

²⁸¹ KING, (2005c), p. 845.

²⁸² BEAUJOUAN (1967), pp. 7 y 10.

- la debilidad de las universidades

La obra astronómica de Alfonso X el Sabio (r. 1252-1284) es una muestra de esos cuatro factores identificativos del desarrollo de la ciencia hispana. Fue una actividad realizada principalmente por judíos que tradujeron al castellano textos islámicos y todo ello se hizo fuera del ámbito de las universidades que, aunque existían en Castilla desde las primeras décadas del siglo XIII, no tomaron parte en esas actividades.

Al igual que ocurría en al-Andalus y en el oriente islámico, las cortes de los reinos cristianos hispanos fueron los ejes que articularon el apoyo a la ciencia. En opinión del historiador Rodríguez de la Peña, la estrategia estaba generalmente asociada a un ideal nacido de la teología política cristiana: el “Ideal Sapiencial” entendido como una búsqueda de la Verdad iluminada por la Fe y cuyas fuentes estaban tanto en la filosofía como en la Biblia.²⁸³ La historiadora Danielle Jacquart sostiene que la actividad científica en la Edad Media no estaba desvinculada de la realidad política e ideológica por el carácter unitario del saber en el medievo.²⁸⁴

Los astrolabios promovidos por los reyes se convirtieron, de alguna manera, en objetos asociados al buen gobierno pues, en manos de expertos astrónomos/astrólogos, proporcionaban información sobre predicciones climáticas, resultados previstos en campañas militares o el establecimiento del momento adecuado para contraer matrimonio. Así está documentado que Michael Scot utilizó un astrolabio en sus servicios al emperador del Sacro Imperio Romano Germánico Federico II en los años 1214 a 1234, Pèlerin de Prusse también usó su astrolabio al servicio del delfín Carlos, futuro rey de Carlos V de Francia en 1362, el salmantino Abraham Zacut usaba su astrolabio cuando se exilió a Portugal para trabajar con los reyes Juan II y Manuel I de Portugal y Bonet de Lattes también utilizó su astrolabio cuando estuvo al servicio de los papas Alejandro VI y León X entre 1498 y 1514.²⁸⁵

Los efectos sobre la ciencia en los reinos cristianos hispanos de las persecuciones contra los judíos fueron irreversibles. Las que tuvieron lugar en 1391, con casos como la destrucción completa de la aljama de Barcelona, famosa por su actividad científica y, un siglo después, el decreto de expulsión definitiva de los judíos en 1492, dismantelaron buena parte del aparato científico hispano del periodo medieval. Los judíos fueron los protagonistas tanto de la actividad científica en el siglo XIII en la Castilla de Alfonso X como en el siglo XIV con los reyes de Aragón. Es ya más difícil de evaluar su papel en el siglo XV por el fenómeno de los conversos que no permite identificar por sus nombres los orígenes de cada científico. Los judíos monopolizaron casi completamente la actividad científica hispana en lo que respecta a la astronomía y la construcción de instrumentos científicos, dotando a esas disciplinas de un

²⁸³ RODRÍGUEZ DE LA PEÑA (2008), p. 18.

²⁸⁴ JACQUART (1996), p. 112.

²⁸⁵ SCHECHNER (2008), p. 190.

sentido práctico, laico y cortesano que las distingue completamente de la escolástica universitaria del resto de Europa.²⁸⁶

5.2.- ASTROLABIOS EN LA CORONA DE CASTILLA: MECENAZGO Y CONTEXTO

Como ya se ha indicado, la labor de traducción de textos árabes al latín tuvo lugar en los reinos cristianos peninsulares desde el siglo X. Esta actividad empezó en la Marca Hispánica y a partir del siglo XII se trasladó y floreció en Toledo por el apoyo de arzobispos como Raimundo (1126-1152), Sancho de Aragón (1266-1275) y Gonzalo García Gudiel (1280-1298). Pero hay que llegar al siglo XIII, un siglo de progreso y avance en toda Europa, para ver establecerse las primeras estructuras científicas de las que ya no prescindiría occidente en el futuro.²⁸⁷

Los reyes Alfonso VIII y Fernando III de Castilla utilizaron el patronazgo cultural y científico, materializado en las traducciones de textos clásicos e islámicos, para forjar una propaganda que asentaba la legitimidad y el prestigio de la realeza castellana con un rey “sabio” capaz de desarrollar y difundir la enseñanza dentro de la corte. Es lo que Rodrigo Jiménez de Rada denominó *curialitas*.²⁸⁸ Los Estudios Generales de los reinos de Castilla y León, todos de fundación real, destacaron sobre todo por aquellas materias directamente útiles al gobierno, al conocimiento empírico y a la transmisión del saber. Así Palencia y Salamanca destacaron por Artes Liberales y derecho, Murcia por matemáticas y medicina y Sevilla por medicina y lenguas (árabe y latín). Esto sugirió a Alfonso X todo un capítulo de la Segunda Partida donde trata de las razones de la fundación de los Estudios Generales y su organización. Es el único tratado que un rey ha dedicado a la universidad en toda la Edad Media.

Fue precisamente en el reinado de Alfonso X el Sabio (1252-1284) cuando la Corona de Castilla vivió su mayor esplendor en lo referente a la promoción y el desarrollo de la ciencia y más en concreto de la astronomía y la instrumentación científica. De las evidencias, principalmente librerías, relativas a este repunte científico se trata en detalle en el capítulo 8. Los miembros del *scriptorium* alfonsí formaban parte de la casa del rey y cobraban de su erario. Algunos de ellos eran médicos además de astrónomos y traductores como por ejemplo: Abraham al-Hakim, traductor del *Libro de la Açafeha* que fue médico de Alfonso X y luego de Sancho IV; Yehuda ben Moshé, médico de Alfonso X; o Meir pariente de Samuel ha-Leví que era el médico de la reina Violante, esposa de Alfonso X. Esos intelectuales, escogidos, organizados y retribuidos por el rey, eran además miembros de su administración, cómplices de su intimidad física y su salud o responsables de sus finanzas y por tanto inmersos en el ambiente doctrinal que presidía el reto político de Alfonso X.²⁸⁹

La muerte de Alfonso X no supuso el final de la actividad científica en la Corona de Castilla. Su hijo Sancho IV pareció heredar cierto interés por los temas científicos pero pronto

²⁸⁶ BEAUJOUAN (1967), p. 13.

²⁸⁷ MONSALVO (2001), p. 195.

²⁸⁸ MARTIN (2001), p. 263.

²⁸⁹ MARTIN (2001), pp. 272-273.

Castilla se vio inmersa en guerras internas que impidieron ese tipo de actividades.

Se puede pensar que, aparte de los textos alfonsíes, no se hizo nada más en Castilla y que, por tanto, el desarrollo de la ciencia medieval en territorio castellano es un desierto comparado con el oasis de la Corona de Aragón, cuando, en realidad, es la escasez de documentación la que ha generado esa percepción. Si se conservara documentación quizá podríamos conocer las actividades promocionadas por reyes, obispos y abades, además de las que se hicieron en las aljamas judías de las principales ciudades castellanas.

En el siglo XIV, Toledo seguía siendo el centro científico y cultural más importante de la península y en él destacó Yehudá ben Aser, que elaboró unas tablas astronómicas conocidas como *Leyes del cielo*, de tal precisión que sirvieron de base para los trabajos del astrónomo salmantino Abraham Zacut.²⁹⁰

Sevilla, importante centro de construcción de astrolabios durante el dominio almohade y con una importantísima comunidad judía, se configura como la ciudad donde debieron construirse astrolabios latinos durante el reinado de Alfonso X y en fechas posteriores. En el siglo XIV y en esta ciudad está documentado el astrónomo judío Jacob al-Corsí que escribió en árabe un tratado del astrolabio en 1376 y después lo tradujo al hebreo en 1378, siendo llamado por el rey de Aragón Pedro IV el *Ceremonioso* en 1359 para colaborar en la elaboración de las Tablas Astronómicas de Barcelona de las que se habla más adelante.

El siglo XV castellano se inició con una figura polémica a medio camino entre el rigor científico y la libertad creativa literaria, Enrique de Villena (1384-1434), posible autor de un tratado de astrología que es ejemplo de fusión entre la tradición medieval y el naciente interés compilador de las obras clásicas que se asocia con el Renacimiento.²⁹¹

La ciudad de Salamanca y su prestigiosa universidad jugaron un papel relevante en el desarrollo de la astronomía hispana y muy posiblemente también de la construcción y usos de astrolabios. Gracias a los “Libros de claustros” de dicha universidad conocemos con detalle la vida universitaria y el hecho de que en Salamanca hubo una cátedra de astrología, al menos desde 1464, como la había en Bolonia y Cracovia. Precisamente el primer titular de la cátedra fue el astrónomo polaco Nicolás Polonio, autor de las *Tabulae Resolutae*, unas tablas astronómicas referidas a las coordenadas de Salamanca.

La actividad astronómica en la Corona de Castilla durante la segunda mitad del siglo XV no se puede separar de la figura de Abraham ben Samuel Zacut (1452-1515), astrónomo salmantino judío que inició sus trabajos en astronomía en 1470 y los prosiguió en Portugal, Túnez y Jerusalén a donde emigró tras la expulsión de los judíos, primero de España en 1492 y luego de Portugal en 1497. El obispo de Salamanca Gonzalo de Vivero, muy interesado en la medicina y la astronomía, fue su mecenas mientras estuvo en dicha ciudad y ambos, mecenas

²⁹⁰ Sobre Abraham Zacut ver capítulo 8, punto 8.2.4; GÓMEZ ARANDA (2003), pp. 30-31.

²⁹¹ Sobre Enrique de Villena ver capítulo 8, punto 8.2.3.

y astrónomo, cierran la contribución al desarrollo de la astronomía medieval en la Corona de Castilla.

5.3.- ASTROLABIOS EN LA CORONA DE ARAGÓN: MECENAZGO Y CONTEXTO

Aunque en la Corona de Aragón no hay una figura del perfil de Alfonso X el Sabio en su dimensión de promotor de la ciencia, lo cierto es que el interés por la astronomía y los instrumentos astronómicos tuvo en la Corona de Aragón, durante la Edad Media, una trayectoria firme y continua, desde los inicios en el siglo X en Ripoll hasta finales del siglo XV.²⁹² Esta vocación por los instrumentos científicos para uso astronómico y por los astrolabios en particular se ve avalada por el hecho de que el único astrolabio medieval del que tenemos la certeza de que es hispano, porque está firmado y fechado, se realizó en Barcelona en 1375 (ficha C13).

Hay que destacar el papel esencial que jugaron las comunidades judías asentadas en territorios de la Corona de Aragón en la traducción de textos científicos, en su difusión por la Europa cristiana y en la propia construcción de instrumentos entre los siglos XI al XIV.

El siglo XIV hispano pertenece a la Corona de Aragón en lo que a desarrollo científico se refiere gracias a una dinastía de reyes promotores de la investigación, la ciencia y, muy en especial, la instrumentación astronómica: Jaime II (r. 1291-1327), Alfonso IV (r. 1327-1336), Pedro IV *el Ceremonioso* (r. 1336-1387), Juan I *el Cazador* (r. 1387-1396) y Martín I *el Humano* (r. 1396-1410). Jaime II (r. 1291-1327) promovió las relaciones culturales con al-Andalus protegiendo además a científicos judíos asentados en territorio aragonés, como Jafuda Bonsenyor.²⁹³ Se conservan documentos que confirman el mecenazgo de Jaime II para la traducción de textos árabes tanto al latín como al romance catalán y su promoción de al menos una campaña de observaciones astronómicas. La componente práctica del estudio de la astronomía en la Corona de Aragón se pone de manifiesto aquí, con Jaime II, aunque era ya una constante en todos los reinos peninsulares desde el siglo X (el primer texto árabe que se tradujo al latín fue un tratado sobre el uso del astrolabio) y deriva del pragmatismo científico andalusí. Las observaciones promovidas por Jaime II tuvieron lugar en Barcelona en 1302 y en la documentación conservada se indica que se utilizaron “2 *magnis armillia*” (dos grandes esferas armilares), y además se elaboró en Tortosa en 1306 un “Almanaque Perpetuo” *Almanac perpetuel a trobar los lochs verdaders de les planetes en los signes*.²⁹⁴

Poca información tenemos hasta el momento sobre la actividad astronómica durante el reinado de Alfonso IV (r.1327-1336). Sólo está documentado que en 1328 mandó traducir del latín al catalán un libro sobre eclipses del sol y la luna que encargó hacer su padre.²⁹⁵ La ausencia de más información quizá se debe a la brevedad de su reinado más que a la discontinuidad del

²⁹² MILLÁS (1962b), p. 315.

²⁹³ MILLÁS (1970), pp. 34-35. Documentadas las familias judías Bonseyor y Ben Ardut como traductores.

²⁹⁴ MILLÁS (1962a), p. 69. El documento es el BNF, MS 7324, f. 30v.

²⁹⁵ RUBIO i LLUCH (1908), p. 91. Documento firmado en Zaragoza, 14 abril 1328 (ACA, reg. 531, f. 57).

apoyo real a la instrumentación astronómica y la ciencia en general puesto que su sucesor, Pedro IV *el Ceremonioso*, un rey con creencias milenaristas, llevó a la ciencia de la Corona de Aragón, en los campos de la instrumentación científica, la astronomía y la medicina, a su máximo apogeo en el periodo medieval.²⁹⁶

Pedro IV *el Ceremonioso* (r.1336-1387) realizó numerosos pedidos de astrolabios (ver capítulo 8, punto 8.3.1), pero también cultivó la lectura de los tratados del astrolabio que, como ya se ha indicado, explican cómo se construye el instrumento y como se usa. Favoreció las campañas de observaciones como su antecesor Jaime II que culminaron con la elaboración de las *Tablas Astronómicas del rey Pedro el Ceremonioso* de las que fueron responsables los astrónomos Pere Gilbert y Dalmau ses Planes con la colaboración del judío sevillano Jacob al-Corsí y que se publicaron en catalán, hebreo y latín.²⁹⁷ El rey llamó a los astrónomos a su corte de Barcelona en 1359 para que hicieran las observaciones necesarias que permitieran elaborar unas tablas, con las posiciones de los planetas, que resolvieran las deficiencias encontradas en las de Alfonso X. Las observaciones astronómicas de Pere Gilbert y Dalmau ses Planes empezaron el 1 de enero de 1361 y terminaron a finales de 1366 *per multa et magna tempora, nocte et die*, y compilaron sus tablas a partir de estos datos para la latitud de Barcelona (41°33'N) y con los valores de las posiciones de sol, luna y los cinco planetas entonces conocidos.²⁹⁸ Es evidente el paralelismo entre las cortes de Alfonso X de Castilla y Pedro IV de Aragón en lo referente al mecenazgo cultural y especialmente en la astronomía, con apoyo explícito a la intelectualidad judía.²⁹⁹ De Alfonso X tenemos las Tablas Alfonsíes en castellano y de Pedro IV las Tablas de Barcelona en catalán y en ambas cortes se realizaron observaciones astronómicas. También se identifican analogías entre la actitud pro-científica de Pedro IV de Aragón y la del rey Carlos V el *Sabio* de Francia (r. 1364-1380, mecenas de la astronomía y del que nos ha llegado un inventario de sus bienes que incluye doce astrolabios.³⁰⁰

No nos han llegado detalles de los instrumentos que utilizaron Pere Gilbert y Dalmau ses Planes para hacer sus observaciones, pero sí sabemos que Pere Gilbert construyó una gran esfera de 7 palmos de diámetro (1 palmo = 20,89 cm, por tanto el diámetro de la esfera era de 146 cm) donde ubicó las estrellas tal como se veían desde Barcelona durante las observaciones. La esfera, que debía ser impresionante y no nos ha llegado, se colocó, por orden del rey, en la biblioteca

²⁹⁶ RUBIÓ i LLUCH (1914), p. 239. Es importante resaltar que la mayoría de los astrólogos/astrónomos protegidos por el rey eran también médicos. La astrología no era solamente la ciencia adivinatoria de hoy sino que englobaba todo el conocimiento sobre el universo mediante la observación y el cuerpo humano se incluía en ese ámbito. El interés del rey por la astrología le llevó a invitar a astrónomos/astrólogos extranjeros a su corte. Están documentados Guillem Lunell de París, Tomás de Boloña y el Maestro Ramar de Alemania; LADERO (2014), p. 186. Pedro IV de Aragón tuvo creencias milenaristas.

²⁹⁷ Mucho hay publicado sobre las Tablas de Barcelona. Ver: MILLÁS (1962a) Edición crítica.; CHABÁS (2004); POULLE (1966).

²⁹⁸ CHABAS (2004), pp. 484-485.

²⁹⁹ BEAUJOUAN (1967), p. 15. Pedro IV implantó una política de desgravación de impuestos a aquellos judíos que obligaran a sus hijos a proseguir sus estudios y de esa forma la comunidad judía incrementó su potencial intelectual.

³⁰⁰ SCHECHNER (1998), p. 7.

del *nostre palau de Barcelona*.³⁰¹ Es relevante recordar también que fue durante el reinado de Pedro IV que se realizó el único astrolabio firmado y fechado, en 1375, en los reinos cristianos hispanos, que ha llegado a nuestros días (ficha C13).

La gran actividad científica y de instrumentación astronómica que vivió la corte de Pedro IV continuó tras su muerte en 1387 en el reinado de su primogénito Juan I *el Cazador* (r. 1387-1396), que ya como infante de Aragón realizó abundantes pedidos de astrolabios y los utilizó como regalo diplomático (ver capítulo 8, punto 8.3.1). El segundo hijo de Pedro IV, el infante Martín, subió al trono de Aragón por la prematura muerte de su hermano Juan I en 1396, reinando hasta 1410. El mecenazgo científico y humanista del rey se pone de manifiesto, por un lado, en su ambiciosa política universitaria y, por otro, en su pasión por los libros de ciencia, literatura, filosofía y religión. En lo que se refiere a la instrumentación científica, no hay hasta el momento ninguna evidencia documental de pedidos de astrolabios firmados por el rey Martín aunque su inventario de bienes registra la existencia en la biblioteca del palacio real de astrolabios y libros sobre su uso (detalles en capítulo 8, punto 8.3.1).

La actividad astronómica y astrolabista de la Corona de Aragón tuvo su punto final en 1391 con los ataques generalizados a las juderías y los consecuentes disturbios en Barcelona y Palma de Mallorca, los dos grandes centros de construcción de instrumentos científicos de la Corona de Aragón en el siglo XIV. Muchos judíos murieron y otros emigraron a países de Europa, de modo que la actividad científica en Aragón, tan ligada a la comunidad judía, se redujo muchísimo a partir de esa fecha.³⁰²

5.4.- ASTROLABIOS EN EL REINO DE NAVARRA: MECENAZGO Y CONTEXTO

Escasa es hasta el momento la información disponible que pone en relación los astrolabios y el reino de Navarra. Sólo se han identificado hasta el momento dos temas, relativos a mecenazgo de la corte, que no son sino el punto de partida para un necesario estudio de los archivos del reino de Navarra y quizá también del reino de Francia en el siglo XIV con el fin de encontrar más información relevante, si es que nos ha llegado.

El primer tema implica a Pedro de Navarra (1366-1412), hijo del rey Carlos II el *Malo* y hermano, por tanto, del rey Carlos III el *Noble* a quien dedicó su tratado del astrolabio el importante astrolabista francés Jean Fusoris (1365-1436).³⁰³ Pedro de Navarra, nombrado conde de Mortain, vivió en Francia y fue uno de los nexos de unión entre las cortes navarra y francesa.

³⁰¹ RUBIO i LLUCH (1908), pp. 199-200. Carta que envió el rey Pedro IV a Pedro Palau, miembro de la Casa Real desde Sent Boy el 4 de enero de 1362 en la que pide a su subordinado que deje espacio libre en la biblioteca para la esfera y que arrincone en arcones los libros que sean necesarios para colocarla [ACA, reg. 1179, f. 106]; RUBIO i LLUCH (1921), pp. 139-142. Transcripción del albarán de pago a Dalmau ses Planes por la construcción de la esfera, Barcelona, 15 enero 1362 [ACA, Arxiu Regal Patrimoni, libre VIII extraordinari fet per Pere des Bosch, escivá de ració, començant en 1359, f. 186v].

³⁰² MILLÁS (1962a), p. 82.

³⁰³ Ver detalles en capítulo 8, punto 8.3.2.

El segundo tema implica casi con seguridad al rey Carlos III el *Noble* que debió poseer una colección de instrumentos científicos entre los que había un torquetum y un astrolabio andalusí firmado por Ibrāhīm ibn al-Sahlī en Valencia a finales de 1086 (ficha A12).³⁰⁴

Para cerrar este acercamiento al mecenazgo científico del reino de Navarra, debería explorarse también el papel que pudo jugar María de Navarra (m. 1347), primera esposa de Pedro IV el *Ceremonioso*, tía de Carlos III el *Noble* de Navarra y nieta de Luis X de Francia como uno de los varios nexos de unión entre los tres reinos mencionados, todos interesados en los aspectos prácticos de la ciencia que suelen materializarse en la promoción de los instrumentos científicos.

5.5.- TABLA – RESUMEN DE LOS ASTROLABIOS DE LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS Y ANÁLISIS COMPARATIVOS

5.5.1.- Tabla-resumen de los astrolabios de los reinos cristianos

La producción astrolabista en los reinos cristianos europeos es resultado de la difusión del modelo de astrolabio andalusí y por tanto responde a las mismas características generales en cuanto a su estructura:

- Diseño austero con elementos decorativos ubicados en la *araña* y el *trono*
- Calendario zodiacal y *cuadrado de sombras* en el *dorso*
- Curvas de las *horas desiguales* en las *láminas*

La ausencia generalizada de inscripciones de autoría y datación dificulta mucho la atribución de un astrolabio con inscripciones en latín a uno u otro de los reinos cristianos de lo que hoy es la Europa occidental. El hecho de que los astrolabios sean tan diferentes unos de otros, salvo en los elementos estructurales indicados, ayuda poco a establecer conexiones que permitan la atribución de lugar de origen. Aspectos concretos, como la presencia de inscripciones en árabe junto a las de latín, hebreo y/o lenguas vernáculas de los reinos cristianos hispanos y que visualizan la multiculturalidad de la Iberia medieval, se han tenido en cuenta a la hora de atribuir taller medieval hispano a un determinado astrolabio, aun constatando que esa multiculturalidad estaba presente en otros territorios como Sicilia. No obstante, y salvo el caso de uno de los astrolabios que sí está firmado y datado, se han evitado las afirmaciones absolutas en el tema de la atribución. En cada caso se muestran las diversas opciones recogidas en la historiografía y se plantea una tesis de atribución apoyada en ciertas evidencias de la realidad material del astrolabio.³⁰⁵











³⁰⁴ Ver detalles en capítulo 8, punto 8.3.2.











³⁰⁵ DEKKER (2005), pp. 47 y 62-63. Los estudios realizados sobre 4 *arañas* de astrolabio, analizando por un lado las coordenadas de los punteros estelares y por otro la forma de dichos punteros, no permite concluir nada en lo que a datación se refiere; KING (2004), p. 172. Los estudiosos han intentado datar los astrolabios europeos usando las posiciones de las estrellas en la *araña* y/o la fecha del equinoccio vernal. En ambos casos los errores pueden ser importantes porque no conocemos el proceso de fijación de las coordenadas y hay errores en las escalas calendáricas de los astrolabios; D'HOLLANDER (1999), pp. 112-113. Los resultados de los estudios realizados sobre astrolabios datados analizando las coordenadas de las estrellas de la *araña* han sido decepcionantes pues se











A continuación se presenta una tabla-resumen de los 15 astrolabios potencialmente hispanos que se incluyen en el catálogo presentado en el capítulo 10. Los criterios de inclusión se indican al comienzo de dicho capítulo. La tabla-resumen incorpora los siguientes campos:

- Número de ficha en el catálogo (todos los de los reinos cristianos hispanos comienzan por “C”). La ordenación es cronológica en base a la atribución de fecha.
- Foto del frente y el dorso del astrolabio
- Nombre del autor (anónimo en 14 casos y sólo conocido en uno)
- Lugar atribuido de construcción
- Fecha atribuida
- Institución donde se conserva en la actualidad con número de inventario e identificación ICN (Internacional Checklist Number) del astrolabio
- Unas características destacables extraídas de la ficha del catálogo.

llega a diferencias de hasta 200 años. Hay que tener en cuenta que los datos de las coordenadas de las estrellas se sacaban de tablas que podían ser más antiguas que la *araña* en sí misma. Por ejemplo, la lista de estrellas del tratado de Raimundo de Marsella se basa en la de Azarquiel de un siglo antes y por lo tanto no se puede usar ese método para datar. La única opción posible es analizar muchas variables como por ejemplo el nombre de las estrellas, la posible tabla utilizada para hacerlo y los errores en la propia tabla y otros datos como las analogías en las formas de las *arañas*, la grafía de los nombres grabados, las latitudes de las láminas e incluso la forma del sistema de suspensión. Aun así, siempre quedará la duda.

ASTROLABIOS DE LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS							
Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
C1			Anónimo	Marca Hispánica ¿Barcelona?	No está fechado Fecha atribuida: ca. 980	Instituto del Mundo Árabe de París. (nº inv. AI 86-31) ICN # 3042	El más antiguo astrolabio occidental que nos ha llegado. Inscripciones incompletas, carece de los nombres de las estrellas en los punteros de la <i>araña</i> . <i>Lámina</i> con inscripción “Roma et Francia” con latitud de Roma y Barcelona.
C2			Anónimo	¿Reinos hispanos? ¿Italia?	No está fechado Fecha atribuida: ca. 1000-1200	Museo de Historia de la Ciencia de Oxford. (nº inv. 43504) ICN #166	Tiene elementos similares al astrolabio C1. Punteros de la <i>araña</i> muy simples con el nombre de la estrella grabado en el despliegue del puntero y no en su base. Tiene <i>cuadrado de sombras</i> con errores en la ubicación de las inscripciones.
C3			Anónimo	¿Reinos hispanos?	No está fechado Fecha atribuida: ca. 1000-1200	Museo de Historia de la Ciencia de Oxford. (nº inv. 49033) ICN #300	El astrolabio de menores dimensiones de toda la producción medieval española que nos ha llegado (andalusí y de los reinos cristianos). La <i>araña</i> distinto color y tipo de grafía que el resto de piezas del astrolabio.
C4			Anónimo	¿Reinos hispanos?	No está fechado Fecha atribuida: ca. 1000-1200	Museo Británico. (nº inv. 1961,120.1) ICN #161	Los punteros de su <i>araña</i> no tienen rotulados los nombres de las estrellas que señalan. Sus <i>láminas</i> dan servicio a las latitudes de los <i>climas</i> ptolemaicos. El <i>dorso</i> carece de la escala exterior en grados lo que dificulta su usos.
C5			Anónimo	¿Reinos hispanos?	No está fechado Fecha atribuida: ca. 1100-1350	Mº Nacional Marítimo de Greenwich (nº inv. AST 0558) ICN #420	Características retardatarias junto a otras del siglo XIV dificultan la datación de este astrolabio. Utilización exclusiva de números romanos. <i>Láminas</i> dedicadas a cinco de los <i>climas</i> ptolemaicos.

Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
C6			Anónimo	¿Reinos hispanos? ¿Francia?	No está fechado Fecha atribuida: ca. 1100-1390 (3 fases constructivas)	Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 37878) ICN #191	Parece tener 3 fases constructivas, de ahí la mayor horquilla temporal: dos en el s. XII y posible taller hispano y una tercera en los siglos XIII-XIV en taller francés. Las láminas no sirven a los climas ptolemaicos sino a 14 latitudes entre 38° y 58°.
C7			Anónimo	¿Reinos hispanos: Castilla? ¿Francia?	No está fechado Fecha atribuida: ca. 1200-1280	Museo Nacional Marítimo de Greenwich (nº inv. AST 0570) ICN #428	Presencia de elementos decorativos en la <i>araña</i> de referente arquitectónico típico de los astrolabios andalusíes de periodo taifa. <i>Trono</i> decorado con cuatro leones de referente andalusí. Adición posterior de <i>lámina</i> de taller francés.
C8			Anónimo	¿Corona de Aragón? ¿Valencia?	No está fechado Fecha atribuida: ca. 1300	Museo Nacional Marítimo de Greenwich (nº inv. AST 0552) ICN # 416	Algunas inscripciones en la variante valenciana del catalán medieval. Diseño innovador de la <i>araña</i> con dos bandas levemente curvadas que conforman una V inscrita en el anillo de la eclíptica.
C9			Anónimo	¿Reinos hispanos? ¿Corona de Castilla? ¿Sevilla?	No está fechado Fecha atribuida: ca. 1250-1300	Colección particular de Nasser D. Khalili (Londres) (nº inv. SCI 158) ICN # 3915	Inscripciones en judeo-árabe con grafía hebrea cuadrada sefardí. Lleva un poema grabado en el borde lateral externo de la <i>corona</i> de la <i>madre</i> . Se atribuye a autor judío y podría haber sido realizado en Sevilla en el reinado de Alfonso X.
C10			Anónimo	¿Corona de Aragón? ¿Barcelona, Valencia?	No está fechado Fecha atribuida: ca. 1250-1350	Sociedad de Anticuarios de Londres (nº inv. 559) ICN # 162	Algunas inscripciones en catalán medieval. La <i>araña</i> de astrolabio más elegante y de diseño innovador de toda la producción astrolabista de los reinos cristianos hispanos y de toda Europa. También novedoso el diseño del <i>trono</i> .

Ficha nº	FRENTE	DORSO	Constructor	Lugar	Fecha	Conservado en	A destacar
						ICN	
C11			Anónimo	¿Reinos Hispanos? ¿Italia? ¿Otro reino europeo?	No está fechado Fecha atribuida: <i>ca.</i> 1300-1400	Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 47615) ICN # 2043	La <i>araña</i> está decorada con una cabeza de dragón en el extremo derecho de su banda exterior, la del círculo de Capricornio. La banda solsticial está completa pero con puntos de discontinuidad y con un tetralóbulo y un trilóbulo insertos en ella.
C12			Anónimo	¿Corona de Castilla: Toledo? ¿Corona de Aragón: Zaragoza, Mallorca?	No está fechado Fecha atribuida: <i>ca.</i> 1300-1400	Museo Aga Khan de Toronto (Canadá), (nº inv. AKM611) ICN # 4560	Único astrolabio con inscripciones en latín, árabe y hebreo. Sobre el <i>trono</i> , inscripción que identifica a un propietario. Presencia de cartuchos de plata nielada en el <i>dorso</i> con los nombres en árabe de los signos del zodiaco y los meses del año.
C13			Petrus Raimundi	Barcelona	1375	Museo de Bellas Artes de Boston (nº inv. 88654) ICN #3053	Único astrolabio firmado y fechado en el lateral exterior de la <i>corona</i> de la <i>madre</i> . <i>Araña</i> innovadora con la banda ecuatorial completa. Punteros en forma de flama. <i>Trono</i> decorativo con dos volutas rematadas en cola de pez.
C14			Anónimo	¿Reinos Hispanos? ¿Italia?	No está fechado Fecha atribuida: <i>ca.</i> 1300-1400	Museo Británico (nº inv. 1893,6-16.3) ICN #158	Inscripciones en judeo-árabe con grafía hebrea. Adornos en la <i>araña</i> de trilóbulos inscritos en semicírculos. Elegante <i>trono</i> con tres cuadrifolios. Calendario perpetuo en el fondo de la <i>madre</i> .
C15			Anónimo	¿Reinos Hispanos?	No está fechado Fecha atribuida: <i>ca.</i> 1350-1450	Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 45307) ICN # 2041	Magnífica y elegante <i>araña</i> con punteros zoomorfos y de referente arquitectónico en un diseño de notable simetría. <i>Trono</i> muy ornamental con una pareja de leones sedentes de gusto andalusí y una flor de lis que puede apuntar a participación hebrea.

5.5.2.- Análisis y contextualización de características similares en los astrolabios de los reinos cristianos catalogados

Los astrolabios de los reinos cristianos hispanos se caracterizan por tener más diferencias que similitudes, como ya se ha indicado, por lo que resulta interesante identificar las pocas características que acercan algunos ejemplares entre sí.

5.5.2.1.- Astrolabios con *láminas* dedicadas a los “climas ptolomaicos”

El sistema de los “climas” define las latitudes en términos de la duración del día con más horas de luz. Tuvo su origen en la Antigüedad, lo recogió Ptolomeo en sus textos y pasó a los reinos cristianos a través de Macrobio y otros enciclopedistas medievales. Las siete “bandas horizontales de los climas” cubren la mayor parte del África Mediterránea y Oriente Medio así como buena parte de Europa. Los astrolabios islámicos más antiguos, muy vinculados a las ciencias griegas, solían tener 3 láminas para que, grabadas por ambas caras y añadiendo el fondo de la madre se cubrieran los 7 climas. Esta tradición se rompió en al-Andalus donde las *láminas* se dedicaron a latitudes de ciudades concretas que se indican en las inscripciones, pero, sin embargo, los astrolabios latinos tempranos reavivaron el interés por visibilizar los “climas” en las *láminas* de los astrolabios.³⁰⁶ No obstante lo anterior, tanto los textos geográficos medievales latinos como los islámicos suelen recoger y describir los lugares adscritos a cada “clima” pues esa división del territorio en bandas permitía ordenar los relatos.³⁰⁷

Cada uno de los siete “climas” tiene asociada una banda de latitud, con un valor inferior, uno superior y el consiguiente valor medio, como sigue: ³⁰⁸

Clima Latitud	I	II	III	IV	V	VI	VII
Inferior	12°30'	20°	27°	33°	38°30'	43°	47°
<i>Media</i>	16°	24°	30°	36°	41°	45°	48°
Superior	20°	27°	33°	38°30'	43°	47°	50°

Hay astrolabios que indican en sus *láminas* una o varias de estas latitudes y siempre queda la duda de si están señalando alguna ciudad cuya latitud coincide con ese valor o si están haciéndose eco de la importancia que se da al modelo de “climas” en los textos sobre astronomía o geografía que circulaban por la Edad Media. Las ciudades de presencia más habitual en las *láminas* de los astrolabios cristianos hispanos con latitudes relacionadas con los “climas” ptolomaicos son: Córdoba (38°30'), Barcelona o Zaragoza (41°) o París (48°).

³⁰⁶ VAN CLEEMPOEL (2005), p. 130.

³⁰⁷ Una interesante aproximación a la geografía física y política del mundo “clima” a “clima” en IBN JALDUN (1977), pp. 168-174 [primer clima], pp. 174-176 [segundo clima], pp. 176-184 [tercer clima], pp. 184-192 [cuarto clima], pp. 192-198 [quinto clima], pp. 198-201 [sexto clima] y pp. 201-203 [séptimo clima].

³⁰⁸ KING (2004), p. 164.

Los astrolabios que llevan referencias claras a los “climas” son 6 que representan el 40% del total. Son los siguientes: C2, C3, C4, C5, C8 y C14.

5.5.2.2.- Tipos de numeración utilizada en los astrolabios

Las inscripciones numéricas que aparecen en los astrolabios de los reinos cristianos hispanos usan mayoritariamente el sistema de numeración basado en las actuales cifras occidentales de origen indio, con las pequeñas variantes, en lo que se refiere a su grafía, vigentes en el periodo medieval.³⁰⁹ Las diferencias con las actuales se reducen a:

- 4: se rotula “𑂔” - 5: se rotula “𑂕” - 7: se rotula “Λ”

Sólo tres astrolabios presentan tipos de numeración diferentes al estándar occidental:

- dos astrolabios que incluyen algunas inscripciones en numeración romana: C5 y C6.
- un astrolabio que lleva un tipo de numeración alfanumérica resultado de traducir la numeración árabe *abyad*. Es el astrolabio más antiguo que nos ha llegado, el C1.

Por tanto 12 de los 15 astrolabios catalogados utilizan numeración occidental, lo que representa un 80% del total.

5.5.2.3.- Nombres de las estrellas rotulados en los punteros de las *arañas*

En el Anexo 1 se recoge, en una tabla, el nombre rotulado en cada uno de los punteros de las *arañas* de los astrolabios de los reinos cristianos hispanos recogidos en este catálogo. En un análisis general se puede apreciar el gran número de variantes utilizados para cada estrella, en torno a un nombre similar. A modo de ejemplo, la primera estrella que aparece en la tabla, Altair de la constelación del Águila, se rotula con 11 nombres diferentes, aunque con claras similitudes entre sí y eso contrasta con la casi homogénea rotulación en los astrolabios andalusíes (ver punto 4.5.2.1).

Prácticamente cada astrolabio rotula una palabra distinta y es por tanto imposible deducir un modelo de evolución de los nombres que pudiera servir para datar o para identificar lugares de origen. Esta circunstancia quizá mereciera un análisis filológico que pusiera luz en el actual caos de difícil interpretación. Otro problema adicional son los errores identificados en la asignación biunívoca nombre de la estrella *versus* posición del puntero.

Con frecuencia, la historiografía busca referentes a los nombres de estrella rotulados en los punteros de los astrolabios en las excelentes tabulaciones realizadas por Paul Kunitzsch a partir de los nombres de estrellas que aparecen en los manuscritos medievales, principalmente en los Tratados del Astrolabio. Si bien se encuentran siempre algunas similitudes, lo cierto es que predominan las desviaciones, mezclas de nombres que aparecen en distintas tablas y errores

³⁰⁹ Sobre las diferentes grafías de las cifras y la numeración india en el occidente cristiano medieval en el Mediterráneo que es la que pervive hoy, ver BURNETT (2002); LEMAY (1977). Ofrece un completo estudio de los tipos de numeración que convivieron en la península Ibérica, desde la islámica *abyad* usada en al-Andalus hasta la llegada de las actuales cifras occidentales de origen indio (de la India) a los reinos cristianos.

en las posiciones.³¹⁰ Quizá esta circunstancia sólo ponga de manifiesto la posible descoordinación entre el platero que realizaba la *araña* posicionando los punteros y quien realizaba las inscripciones en base al esquema facilitado por el astrónomo-dibujante-geómetra, función que seguramente realizaba el firmante del astrolabio en el caso de los andalusíes (ver capítulo 3 sobre Talleres).

5.5.2.4.- Ciudades y latitudes rotuladas en las láminas

En el Anexo 2 se recogen, en varias tablas, las ciudades y/o las latitudes que aparecen inscritas en las *láminas* de los astrolabios catalogados.

La primera evidencia es que apenas se incluyen nombres de ciudades en las *láminas* de los astrolabios de los reinos cristianos hispanos. Sólo 6 de los 15 astrolabios, un 40%, tiene al menos un nombre de ciudad inscrito en alguna de sus *láminas* y en algunos casos esos nombres se han añadido posteriormente junto al valor numérico de la latitud, que es lo único que se grabó en la fase original del instrumento. Sólo como curiosidad, los únicos nombres de ciudad que aparecen en más de un astrolabio, concretamente en dos, son Barcelona, París y Jerusalén. Este hecho contrasta con lo que ocurre en los astrolabios andalusíes donde la tendencia es la opuesta con un 65% de astrolabios con nombres de ciudades inscritos en sus *láminas* (ver punto 4.5.2.2).

En lo que se refiere a las latitudes grabadas en las *láminas*, también se recogen los datos en las tablas correspondientes del Anexo 2, observándose la presencia mayoritaria de latitudes correspondientes a los valores medios de los “climas” ptolemaicos, como se indicado anteriormente. También a modo de ejemplo, las latitudes que aparecen indicadas en más astrolabios cristianos hispanos son las de Barcelona (42°), Valencia (39°), Toledo (40°) y el valor medio del “clima” ptolemaico sexto, que es 45°.

5.5.2.5.- Astrolabios con algunas inscripciones alfabéticas en hebreo y/o árabe

El desplazamiento hacia el sur de la frontera que separó al-Andalus de los reinos cristianos hispanos y la circulación a través de una frontera que fue permeable para estos y otros muchos objetos, se hace evidente en la presencia de inscripciones en árabe y/o hebreo adicionales o sustitutivas de las esperables en latín. En las fichas del catálogo se detallan los contenidos de esas inscripciones (todas técnicas) y en algunos casos se sugiere el momento en que se pudieron realizar. Aquí sólo se trata de registrar cuántos astrolabios las incorporan y sus fechas atribuidas. Los datos son como sigue:

- Inscripciones en hebreo: C9 (*ca.* 1250-1300) y C14 (*ca.* 1300-1400). En ambos casos todas las inscripciones son en grafía hebrea y en lengua judeo-árabe y no hay ninguna inscripción en latín ni en lengua vernácula.
- Inscripciones en hebreo y árabe: C12 (*ca.* 1300-1400). En este caso conviven en el astrolabio inscripciones en latín (fase original) con adiciones en hebreo y árabe.

³¹⁰ Las obras de referencia de Paul Kunitzsch son: KUNITZSCH (1959), KUNITZSCH (1966), KUNITZSCH (1980), KUNITZSCH (1989).

5.5.2.6.- Astrolabios con algunas inscripciones alfabéticas en lenguas vernáculas

Si bien es el latín la lengua habitual utilizada en las inscripciones de los astrolabios, se identifican alteraciones de los términos ortodoxos en latín para los signos del zodiaco, los meses del año o las estrellas que delatan las derivas hacia lenguas vernáculas. En este sentido sólo se han estudiado por filólogos derivas al catalán medieval, tanto de la zona de la Cataluña actual como de la zona de Valencia. Falta identificar si hay derivas a otras lenguas como el incipiente castellano o el gallego que permitan asignar posible lugar de construcción de los astrolabios que las incorporan. Los astrolabios que tienen presencia de catalán medieval en sus inscripciones son:

- C8 (*ca.* 1300): catalán en su variante valenciana.
- C10 (*ca.* 1250-1350): catalán.

HOJA DELIBERADAMENTE EN BLANCO

CAPÍTULO 6: ASTROLABIOS Y SOCIEDAD MEDIEVAL

Se puede hablar de un modelo tripartito de mecenazgo de los astrolabios protagonizado por la corte andalusí/hispana cristiana, la mezquita/iglesia y la madrasa/universidad. En los capítulos previos nos hemos acercado a los contextos cortesanos que convivieron con el astrolabio y ahora es el momento de presentar una aproximación a las relaciones entre los astrolabios y todos los demás ámbitos de la sociedad medieval con la dificultad que ello conlleva pues no se cuenta con documentación clara sino con un puzle de fragmentos de información que hay que relacionar e imbricar.

De modo general, tanto la promoción como la posesión y el uso de astrolabios estuvo vinculada al poder civil y religioso y a las élites intelectuales aunque ese instrumento y otros de similares características se fueron infiltrando, según avanzaba la Edad Media, en otros ámbitos de la sociedad. El término “élite intelectual” en los reinos cristianos hispanos incluía a quienes podían acceder, al menos, a la lectura y la escritura, es decir a clérigos (monjes/as, abades/as, obispos y canónigos) y a ciertos laicos (notarios, escribanos, jueces, médicos, profesores y la mayoría de nobles y cortesanos). El concepto se aplica de modo similar a la sociedad andalusí.

Los instrumentos astronómicos y en concreto los astrolabios no estuvieron siempre confinados en los espacios vinculados a la ciencia, sino que los utilizaron los astrólogos y los médicos de corte, formaron parte de los objetos de uso en mezquitas y monasterios, se prestaban a los estudiantes universitarios que aprendían astronomía y hasta fueron apreciados como regalo por esposas, diplomáticos y prelados. También de vez en cuando se refirieron a esos instrumentos los poetas y los artistas, por tanto los contextos sociales de los instrumentos astronómicos medievales fueron variados y el concepto de “localización” aplicado a ellos se convierte en un concepto analítico. Son muy distintos los lugares en que esos instrumentos se demandaron, se diseñaron, se hicieron, se vendieron, se usaron, se explicaron, se modificaron o se admiraron. Los instrumentos astronómicos son algo más que simples objetos puesto que realizan múltiples funciones asociadas a sus dimensiones empírica, operacional, de representación, didáctica o simbólica.³¹¹ Las prácticas cognitivas asociadas al uso de instrumentos astronómicos fueron parte de una dinámica orientada a establecer una cultura visual de la astronomía que se sitúa más allá del uso práctico del instrumento o su dimensión simbólica. Los retos que los instrumentos planteaban a sus usuarios animaron la creatividad y el entusiasmo en la búsqueda de respuestas a los enigmas del universo.³¹²

Debemos aparcir para siempre la imagen del hombre medieval como un sujeto sólo preocupado por su salvación eterna. La ciencia medieval se desarrolló y se le buscó utilidad inmediata de modo que su aplicación práctica permitió su propia evolución y avance.

El grado de desarrollo de la conciencia humana y de la comprensión intelectual de la realidad es uno de los parámetros que identifican la evolución de las estructuras sociales. Comte

³¹¹ CHARETTE (2006), p. 123.

³¹² CHARETTE (2006), p. 131.

formuló en el siglo XIX tres estados en el desarrollo de la conciencia: el mitológico-teológico, el metafísico y el positivo-científico.³¹³ Los instrumentos científicos y entre ellos el astrolabio, presente en la sociedad andalusí y en la de los reinos cristianos hispanos desde el siglo X, jugaron un papel relevante en esa evolución social hacia la conciencia positivo-científica.

El astrolabio tuvo defensores y detractores al ser un instrumento que daba servicio tanto a lo que hoy llamamos “astronomía” como a lo que entendemos hoy por “astrología”. San Isidoro en sus *Etimologías* trató de definir el alcance de distintos términos que llevaban a confusión. Así distinguió entre astronomía (asociada a la posición de los objetos celestes, principalmente las estrellas), astrología natural (asociada a la astronomía y responsable del movimiento de los objetos celestes, sol, luna y planetas) y astrología supersticiosa o judiciaria que es la que no debe utilizarse porque hace predicciones sobre el comportamiento del hombre o de la sociedad que cuestionan el libre albedrío y la omnipotencia de Dios.³¹⁴ En cuanto al mundo islámico, se insistió siempre en diferenciar los dos términos: astronomía (*‘ilm al-hay’a*) una ciencia exacta como las matemáticas, y astrología (*‘ilm al-aḥkām*), una ciencia conjetural para hacer predicciones y siempre sospechosa de vulnerar la voluntad y el libre albedrío del hombre. No obstante, ambas se clasifican como “ciencias de las estrellas” (*‘ilm al-nujūm*) en la clasificación de las ciencias que realizó el gran filósofo y polímata abasí al-Fārābī en el siglo X.³¹⁵

Hay que tener en cuenta que unas de las características del pensamiento medieval es la polisemia del conocimiento que llevaba a establecer paralelismos entre diversas áreas del saber en línea con la firme creencia en la unidad del universo creado.

Es muy relevante la contribución de la comunidad judía, tanto la afincada en al-Andalus como en los reinos cristianos, al conocimiento, la construcción y el uso de los astrolabios. En este sentido destacan los estudios realizados por Josefina Rodríguez Arribas tanto de los textos sobre astronomía y astrolabios escritos en hebreo como de los astrolabios conservados con inscripciones en esta lengua (ver punto 6.4 sobre astrolabios bilingües).³¹⁶

Y sólo como curiosidad, recordar uno de los casos más peculiares que atestiguan la difusión cultural del astrolabio en la sociedad medieval, la decisión de los controvertidos amantes franceses Abelardo y Eloísa, tan celebrados en el periodo romántico, de llamar “Astrolabio” a su único hijo nacido en 1119.

6.1.- ASTROLABIOS, ISLAM Y MEZQUITAS

La instrumentación astronómica jugó un papel crucial en el desarrollo de la astronomía islámica por la preocupación que siempre tuvieron los astrónomos del *Dār al-Islam* por alcanzar un buen nivel de consistencia entre los modelos teóricos del universo visible y los datos obtenidos mediante la observación. A eso se unió el hecho de que el Islam sea la religión que

³¹³ LADERO (2014c), p. 41.

³¹⁴ CAIAZZO (2012), p. 32; LECOQ (1992), p. 125.

³¹⁵ SALIBA (1999b), pp. 137-139.

³¹⁶ A destacar RODRÍGUEZ ARRIBAS (2011), un análisis a fondo de los textos de autores hebreos de Sefarad, principalmente Bar Ḥiyya y Ben ‘Ezra.

más vinculadas tiene sus prácticas piadosas a fenómenos astronómicos y geográficos, como la obligación de concentrar los rezos en unos determinados momentos del día y la noche difíciles de determinar con precisión.³¹⁷ Se añade un grado de dificultad al tener que orar orientados hacia el lugar geográfico que ocupa la Ka'ba, una estructura pre-islámica dotada de una orientación astronómica (el eje mayor está dirigido al orto de la estrella Canopo, llamada *Suhayl* en la astronomía islámica, y el eje menor al orto y el ocaso del sol en los solsticios), situada en la mezquita aljama de la ciudad de la Meca en la península Arábiga.³¹⁸ El verso del Corán 2:144 “Vuelve tu rostro hacia la mezquita sagrada” fija la dirección de la oración hacia la Meca, estableciendo la *qibla*. Dentro de la ciudad de Meca era fácil orientarse hacia la Ka'ba pero no lo era hacerlo desde todos los lugares por donde se extendió el Islam y por ello la literatura islámica se llenó de métodos para fijar la *qibla*, desde los basados en la dirección de los vientos hasta los relacionados con el orto y el ocaso de ciertas estrellas (la denominada *anwā'*). Como las palabras del Profeta se convirtieron en ley para el Islam y el Profeta mencionó que la mezquita sagrada estaba al sur, esto bastó para que las primeras mezquitas se construyeran orientadas al sur independientemente de su posición geográfica. Soluciones matemáticas para determinar la *qibla* estuvieron disponibles desde finales del siglo VIII pero tardaron mucho en implementarse porque se basaban en geometría esférica que no es sencilla de calcular.³¹⁹

Los astrolabios se configuraron como instrumentos al servicio del Islam pues permitían, no sólo fijar las horas canónicas de oración, sino también determinar la mencionada *qibla* y realizar los cálculos necesarios para el levantamiento de horóscopos, práctica poco ortodoxa desde el punto de vista del Islam pero consentida a las altas esferas del poder.

Los astrolabios servían al Islam sin dejar de servir a la astronomía matemática y a la astrología o astronomía predictiva, y todo eso con un atractivo diseño. Sin embargo, el astrolabio y otros instrumentos astronómicos sufrieron vetos, principalmente por parte de los alfaquíes *mālikies* que desaconsejaron su uso. Por ejemplo, ‘Alī ibn Muḥammad Šakrabān al-Andalusī, escribió en Ceuta, en el siglo XIII, un pequeño manual práctico sobre asuntos relacionados con la mezquita y en él recomienda establecer las horas de oración sin recurrir a cálculos exactos: “La verificación debe llevarse a cabo con lo establecido por la ley coránica, mediante signos

³¹⁷ KING (1993b), pp. 27-28. Los límites de los periodos de oración están fijados según la posición aparente del sol en el cielo relativa al horizonte local y por tanto son distintos a lo largo del año y según la latitud del lugar. Las horas de oración se establecieron en el s. II H /s. VIII y en ese momento se incorporaron al *Qur'ān* y al *ḥadīṭ*, y así se mantienen hasta hoy.

³¹⁸ KING (1990), pp. 253-255. La Ka'ba en Meca es un relicario de origen desconocido que servía como santuario y centro de peregrinación en Arabia varios siglos antes del nacimiento del Islam. Fue adoptado por el Profeta Mahoma como punto focal de la nueva religión y el Corán obliga a rezar hacia la Ka'ba que se convirtió en una referencia física de la presencia de Alá. Hubo eruditos de la ley islámica que afirmaron que no había que dirigir la oración hacia Meca sino a una de las cuatro caras del edificio cúbico de la Ka'ba. Los peregrinos que iban a Meca referían cómo veían el sol y las estrellas cuando oraban frente a cada una de las caras de la Ka'ba y a partir de sus descripciones se estableció la dirección de oración para cada lugar del mundo islámico respecto a la salida del sol y al orto de la estrella Canopo. Las diferencias de interpretación de los eruditos de la ley islámica sobre cuál era la dirección correcta de la oración es la que conduce al hecho de que la gran mayoría de las mezquitas medievales estén mal orientadas; HAWKINS y KING (1982). Buen estudio sobre el alineamiento astronómico de la Ka'ba.

³¹⁹ KING (1988), p. 154. Aunque la determinación de la *qibla* es más un problema de geometría que de astronomía, los científicos medievales islámicos la abordaban determinando el acimut del zenit de la Meca en el horizonte local por lo que también necesitaban la astronomía esférica para esto.

observados que comprendan todos los fieles y no mediante las latitudes, los grados y las alturas, con el astrolabio o con otro instrumento, pues son suposiciones y conjeturas que no resultan apropiadas a los deberes religiosos”.³²⁰

El sultanato mameluco que se estableció en Egipto y Siria de 1250 a 1517 supuso la consolidación institucional de la relación entre astronomía e Islam. Fue en el Cairo donde se documenta por primera vez la figura del *muwaqqit* (calculador de la hora) de una mezquita. Se trataba de un astrónomo experto en *‘ilm al-mīqāt* (ciencia del cálculo de la hora por métodos astronómicos), del que no se esperaba que hiciera avances teóricos en astronomía sino que pusiera la astronomía al servicio de la observancia religiosa.³²¹ El *muwaqqit* gozó de reconocimiento social por su vinculación con la mezquita, como refiere Ibn al-Akfānī y eso evitó las críticas sobre su trabajo, legitimándose el estudio de los astros mediante su asociación con la religión.³²² Los *muwaqqit* empezaron a elaborar tablas de horas de oración calculadas para el lugar concreto de su mezquita y a utilizar astrolabios para hacer las medidas exactas. Las actividades del *muwaqqit*, ya fueran astronómicas, matemáticas o de construcción de instrumentos se consideraban “servicio a la religión” y no deja de ser sorprendente el establecer una institución que aunara intereses religiosos y astronómico/matemáticos.³²³

La necesidad del *muwaqqit* por realizar cálculos exactos llevó a muchos a convertirse en constructores de instrumentos e incluso inventar soluciones universales o incorporar nuevos elementos destinados a facilitar su trabajo.³²⁴ No todas las mezquitas y madrasas podían permitirse tener un *muwaqqit*, sólo las principales, las demás tenían un *muezzin* capaz de manejar instrumentos o tablas específicas para fijar las horas de oración.³²⁵ Fue tal el éxito de la institución del *muwaqqit* que se mantuvo en varios países islámicos hasta el siglo XX.

Es también en periodo mameluco cuando la astronomía se incorpora a las enseñanzas impartidas en las madrasas, que hasta ese momento sólo se habían ocupado de enseñar la ley islámica. En las madrasas impartieron clases los *muwaqqit* y se formaron los que ocuparían esos cargos en el futuro. Los sultanes mamelucos patrocinaron una cátedra sobre *‘ilm al-mīqāt* (ciencia de la medida del tiempo) en esas madrasas en que enseñaban los *muwaqqits* y no había ninguna intromisión del poder en lo que se enseñaba en esas cátedras.³²⁶ No está documentada ninguna cátedra de este estilo en al-Andalus.

³²⁰ RIUS (2000), p. 212.

³²¹ KING (2014). Muy completo el estudio de David King sobre las figuras del *muezzin* y el *muwaqqit*. Sobre los *muwaqqit* de al-Andalus ver pp. 643-645.

³²² CHARETTE (2003), pp. 7-8.

³²³ SABRA (1996), pp. 668-669.

³²⁴ SCHECHNER (2008), p. 187. Un buen número de astrolabios islámicos orientales incorporaron sistemas para determinar fácilmente la *qibla* mediante la grabación en el fondo de la *madre* de unos arcos que representan el azimut de la *qibla* para las ciudades islámicas más importantes, además de sus coordenadas geográficas; KING (1993b), p. 30.

³²⁵ CANO (1998), p. 167. Se sabe el nombre de un alcalaíno que ocupó el puesto de *ṣāhib al-ṣalāt* (encargado de la oración) ‘Alī ibn Ismā’īl al-Sa’dī (m. 1219-1220) cuya familia procedía de Frailes, una villa que pertenecía al alfoz de Alcalá la Real.

³²⁶ BRENTJES y MORRISON (2010), p. 577.

La vinculación entre mezquitas y madrasas es una constante en el Islam y la figura del *muwaqqit* confirma esa relación puesto que ocupa un cargo institucional en una mezquita y es además profesor en una madrasa, de modo que recibía patronazgo y donaciones a través de ellas, no de la corte.³²⁷ Una posición ocupada en una madrasa o una mezquita, como la de *muwaqqit*, tenía más estabilidad laboral y más ingresos que un puesto en la corte o en la administración.³²⁸ El concepto de patronazgo institucional no existe en las sociedades islámicas, es un acto personal. Se patrocina a un profesor, un médico o un *muwaqqit*, no a la institución a la que sirve.³²⁹

Por tanto, en el siglo XIII, los espacios donde se genera la actividad científica se desplazan de la corte a la mezquita y subsidiariamente a la madrasa y la ciencia se hace todavía más orientada a lo práctico dejando a un lado el conocimiento especulativo.

El primer *muwaqqit* documentado fue Abu'l-Ḥasan 'Alī ibn 'Abd al-Malik ibn Sam'ūn (m. 685H/1286-1287) de la mezquita de 'Amr de Fustat (Cairo) desde 1256 y desde ese momento hay datos de *muwaqqit* en las mezquitas de al-Azhar y al-Mu'ayyad del Cairo y en las principales de Damasco y Yemen.³³⁰ En el siglo XIV los principales astrónomos de Damasco fueron *muwaqqit* de la mezquita Omeya de Damasco, destacando el gran astrónomo 'Alī ibn Ibrāhīm ibn al-Shāṭir (m. ca.1380).³³¹ Un *muwaqqit* especialmente bien documentado es el astrónomo cairota Ibn al-Majdī (767H-850H/1366-1447) que fue *muwaqqit* de la mezquita al-Azhar del Cairo, director de los profesores de la madrasa Jānibakiyya y autor de varios tratados sobre instrumentos astronómicos.³³²

Los *muwaqqit* documentados en al-Andalus, en el reino nazarí de Granada desde finales del siglo XIII fueron los Ibn Bāšo, padre e hijo, que ejercieron de *muwaqqit* de la mezquita aljama de Granada y de los que se habla en detalle en los capítulos 8 y 10, y Abū-l-Ḥasan 'Alī ibn Mūsā ibn 'Ubayd Allāh al-Laḥmī conocido como al-Qarabāqī (m. 1440) que trabajó como *muwaqqit* en la mezquita de Baza y protagonizó una larga polémica con el *imām* y muftí de Granada Abū-l-Qāsim ibn Sirāj (m. 1444) sobre la *qibla* de al-Andalus.³³³

Como cierre de esta reflexión sobre las relaciones de los astrolabios con la religión islámica se apunta un tema que la historiografía ha tratado de forma superficial y sería susceptible de un estudio en detalle: el papel jugado por los astrolabios en los viajes de carácter

³²⁷ BRENTJES (2012), p. 15. En las fuentes se aplica el término *jidma* (servicio) a quienes ofrecen servicios al califa o emir, incluidos los de naturaleza científica. En los periodos ayubí y mameluco ya se usa este término en las fuentes para identificar los servicios de los médicos, astrólogos y *muwaqqit*.

³²⁸ CHARETTE (2006), p. 132. El *muwaqqit* de la mezquita omeya de Damasco y astrolabista al-Mizzī (m. 1349), hizo astrolabios para su venta en el zoco y se documenta que vendía sus astrolabios a 200 dirhams y los cuadrantes a 50 dirhams despertando admiración por todos los tipos de aparatos mecánicos que construía.

³²⁹ BRENTJES (2012), pp. 18-19.

³³⁰ KING (2014), p. 643. La información sobre el primer *muwaqqit* de la mezquita de 'Amr de Fustat aparece recogida en *Kanz al yawāqīt fī 'stī'āb al-mawāqīt* (El tesoro de los zafiro para la comprensión de las horas de oración) escrito por un astrónomo anónimo en Egipto en el s. XIII (Biblioteca de la universidad de Leiden, Ms Leiden Or. 468, f. 91r).

³³¹ KING (2005i), pp. 671-672.

³³² CHARETTE (2006), p. 130.

³³³ RIUS (2008a), p. 263.

religioso realizados por las élites andalusíes, más allá de los viajes de estudios. Se trataría de modelizar las aportaciones del astrolabio a las vivencias vinculadas a las peregrinaciones a la Meca y las adicionales a otros lugares sagrados del Islam como por ejemplo Tinmal (Marruecos) en el caso de los almohades.³³⁴

6.2.- ASTROLABIOS, IGLESIA Y MONACATO

Los monasterios jugaron un papel relevante en la difusión y el uso del astrolabio durante la Edad Media desde dos aspectos: por un lado por las actividades de copia de tratados del astrolabio que tuvieron lugar en los *scriptoria* de los monasterios y por otro como potenciales usuarios de estos instrumentos para la fijación de las horas canónicas de oración y la determinación precisa de la fiesta de la Pascua.

A finales del siglo X y durante el siglo XI tuvo lugar la traducción de los primeros tratados del astrolabio del árabe al latín en monasterios benedictinos como el de Santa María de Ripoll, San Benito de Fleury y San Mesmin de Micy. Esos textos que la historiografía denomina *viejo corpus*, está compuesto por traducciones de poca calidad y difícil comprensión que luego se fueron depurando y separando de otro tipo de material sobre astronomía con las que estaban mezclados (detalles en el capítulo 8, punto 8.1.2). El importante filólogo e investigador de la ciencia Charles Burnett destaca la importancia que tuvieron esos monasterios benedictinos, además de la catedral de Chartres en la difusión temprana de la ciencia islámica relativa al astrolabio al occidente cristiano, restando importancia al papel que la historiografía otorga a Gerberto de Aurillac.³³⁵

Las fluidas comunicaciones entre los monasterios benedictinos facilitaron el movimiento de libros e instrumentos entre la Marca Hispánica, receptora de la floreciente astronomía andalusí, el reino franco, en concreto Fleury y Micy y el sacro imperio romano-germánico con el monasterio de Reichenau y su abad Hermann Contractus (1013-1054) a la cabeza. La estancia documentada de Bern de Prüm, futuro abad de Reicheneau en el monasterio de Fleury a finales del siglo X identifica la vía de transmisión.³³⁶ Otro personaje relevante en este proceso fue Fulberto, discípulo de Gerberto de Aurillac, obispo de Chartres del 1006 al 1028, fundador de su prestigiosa escuela catedralicia y autor de un poema nemotécnico para recordar los nombres de las estrellas que aparecen en las *arañas* de los astrolabios.³³⁷ Los versos recogen dichos nombres prácticamente transliterados del árabe al latín, del mismo modo que lo hacen los textos tempranos, poco elaborados y casi bilingües.

Se conserva información de un caso que pudo ser puntual y nos confirma que el astrolabio era en 1025 todavía una innovación poco conocida en occidente. De ese año es una carta que escribió Rudolf de Lieja a Ragimbold de Colonia en ese año 1025 que tiene como protagonista un astrolabio. Ambos personajes eran discípulos del mencionado Fulberto y en la carta Rudolf

³³⁴ Hay estudios realizados sobre los viajes por el Mediterráneo por motivos comerciales, políticos, religiosos y en busca del saber. Un acercamiento al tema en CALVO CAPILLA (2007).

³³⁵ BURNETT (1998), pp. 329-330.

³³⁶ BURNETT (1998) p. 332.

³³⁷ VAN DE VYVER (1931), p. 287; McCLUSKEY (2000), p. 177.

le informa a Ragimbald: “*Yo os habría enviado el astrolabio pero se trata de un instrumento que nos sirve de modelo para construir otro; si os interesa la ciencia de este instrumento, no dudéis en venir a St. Lambert de Lieja, no lo lamentaréis. Pero si no sabéis nada de los astrolabios, verlos solamente no os será de más utilidad que una tabla pintada a un ciego*”.³³⁸ Este texto nos permite suponer que los astrolabios, y no sólo los textos, se copiaban en las escuelas catedralicias y también en los *scriptoria* y este proceso de copia es el que puede explicar que aspectos retardatarios como el dedicar las *láminas* de los astrolabios a los *climas* ptolemaicos se repitan en un buen número de los astrolabios, con inscripciones en latín, catalogados (ver capítulo 5, punto 5.5.2.1). En el año 1025 en que está fechada la carta no había todavía traducciones al latín del *Planisphaerium* de Ptolomeo que es donde se explica en detalle la base matemática del astrolabio. La primera traducción se hizo en 1143 y sin embargo Rudolf dice saber cómo se usa y confirma que van a copiar uno.³³⁹

Si bien se puede seguir documentalmente el papel jugado por el monacato en la transmisión de tratados del astrolabio en los primeros siglos, no ocurre lo mismo con el conocimiento del potencial uso de esos instrumentos por los propios monjes. La determinación de los tiempos de oración fijados por las reglas monásticas hizo necesario algún modo de medida del mismo.³⁴⁰ El significado del tiempo era percibido con dificultad por el hombre medieval cuyos únicos puntos de referencia temporales estaban ligados a la periodicidad de la presencia del sol y la luna, establecidos por Dios. De ahí que la regularidad del tiempo monástico y la vida ordenada del monje se vincularan a su aspiración por vivir en el cielo.³⁴¹

Las horas canónicas de oración se fijaron por San Benito de Nursia (480-547) en su Regla en base a la división del día en horas desiguales vigente en la tradición romana y que habían adoptado los apóstoles.³⁴² El Oficio Divino se adscribió a esas horas canónicas y consta de ocho partes: Maitines, Laudes (al inicio del crepúsculo matutino), Prima (una hora después de la salida del sol), Tercia, Sexta, Nona, Vísperas (al inicio del crepúsculo vespertino) y Completas (en la noche). La precisión con la que el astrolabio puede fijar las horas, incluidos los inicios de los crepúsculos llevaría a pensar en un uso habitual en un monasterio. Sin embargo sólo contamos con un documento que recoge el uso de un astrolabio en un monasterio inglés y su protagonista fue Walcher (m. 1135), prior de la abadía de Great Malvern en Inglaterra y lo usó durante el eclipse de luna que tuvo lugar el 18 de octubre de 1092.³⁴³ Walcher fue discípulo de

³³⁸ BEAUJOUAN (1972), p. 661; VAN DE DYVER (1931), p. 287.

³³⁹ Mc CLUSKEY (2000), pp. 177-178.

³⁴⁰ Una completa y clara exposición sobre la importancia del cálculo del tiempo en la Antigüedad grecolatina y el modo en que se plasmó en la construcción de instrumentos en HANNAH (2009).

³⁴¹ Agradezco a M^a Jesús López Montilla su cuidadosa lectura de este punto de mi tesis referido al monacato, la regla monástica y el calendario. Sus acertados comentarios y sugerencias me han permitido precisar y enriquecer mi texto inicial. Disfrutaremos de un detallado estudio sobre el calendario y el monacato en su futura tesis doctoral.

³⁴² Sobre las horas desiguales ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”

³⁴³ POULLE (1980), pp. 51-53. Walcher de Malvern refiere la observación de 2 eclipses de luna: el 30 de octubre de 1091 y el 18 de octubre de 1092. En el primero no tuvo ningún instrumento porque estaba de viaje en Italia, cerca de Roma. En el segundo se encontraba en su abadía de Malvern y destaca que utilizó un astrolabio para determinar la hora en que se produjo obteniendo un valor que, traducido a nuestro modo actual de medir el tiempo, indica que la luna se ocultó totalmente a las 5h36’ de la madrugada del 18 de octubre de 1092. Con los métodos de cálculo actuales se obtiene que la duración total del eclipse en Malvern fue desde las 4h29’ hasta las 5h21’.

Pedro Alfonso, el judío converso natural de Huesca que llevó a Inglaterra textos andalusíes y fue médico del rey Enrique II de Inglaterra. Walcher de Malvern dejó registrado que midió la altura de la luna sobre el horizonte en el momento en que el disco lunar estaba totalmente oscurecido, utilizando un astrolabio que le permitió calcular la hora que era con un error de menos de 15 minutos: “*En seguida cogí mi astrolabio y anoté con cuidado el tiempo del eclipse total que era poco más de las doce menos cuarto de la noche*”.³⁴⁴ No se trató, por tanto, de un uso cotidiano para medir el tiempo sino de una actividad puntual para estudiar el eclipse de luna.

Esta escasez de información sobre el posible uso del astrolabio en los monasterios, contrasta con la más abundante que recoge el uso de relojes de agua (clepsidras) hasta el siglo XIII. La invención en 1271 del mecanismo de escape inició la construcción de los relojes mecánicos que se instalaron de forma habitual en los monasterios a partir del siglo XIV y a eso responde la ilustración del libro *Horologium Sapientiae* que escribió en 1334 el místico alemán Heinrich Suso y en el que un astrolabio acompaña a un par de relojes mecánicos y otros instrumentos que circundan a un monje que medita sobre el tiempo. [Fig. 6.2.a]



Fig. 6.2.a. *Horologium Sapientiae* de Heinrich Suso. Copia de ca. 1450.
Biblioteca Real de Bruselas, Ms. BR.IV, f. 13v.

La regla de San Benito (siglo VI), en su capítulo XLVII, responsabilizaba al abad de la fijación del tiempo para la estricta observancia de las horas canónicas, permitiéndole delegar esa función en otro monje pero sin entrar en cómo debía hacerlo. Así, por ejemplo, en el siglo XI, el abad de Hirsau relata que, en el monasterio de Saint-Victor de París se aplicaba la regla cluniacense, e indica que el *matricularius*, ayudante del sacristán, era el responsable de ajustar el reloj. Los relojes monásticos tempranos a los que se refieren los textos parece que eran de

³⁴⁴ McCLUSKEY (2013), pp. 300-301; McCLUSKEY (2000), pp. 180-184; WHITROW (1990), p. 106.

agua como atestiguan algunas fuentes escritas y se asemejaban al que dibujó Villard de Honnecourt o al descrito en el *Libro del Saber de Astrología* de Alfonso X.³⁴⁵

Como ya se ha indicado, los monasterios cluniacenses ya vinculaban la figura del sacristán con la medida del tiempo y el aviso a la comunidad, mediante el toque de campanas, del inicio de los oficios divinos, del capítulo y de la comida. Así se recoge también en las *Consuetudines* cistercienses (siglo XII) que en su capítulo XCIV “*De sacristía*” indican que el sacristán era el encargado del reloj del monasterio y que debía ponerlo en hora, “*horologium temperare*”, para que sonara en el momento correcto, sobre todo antes de amanecer, para que pudiera tocar la campana y despertar a toda la comunidad.³⁴⁶ Nos han llegado unos fragmentos de pizarra encontrados bajo el suelo del dormitorio de la abadía cisterciense belga de Villers, datados en la segunda mitad del siglo XIII, con un texto inscrito en latín que describe precisamente cómo gestionaba el sacristán la clepsidra (reloj de agua) de la abadía. Aunque no es un dato hispano, es interesante conocer el estudio que hizo de esos textos Paul Sheridan pues la operativa sería similar en todos los monasterios cistercienses. Por lo que indica el texto, se deduce que la clepsidra tenía un receptáculo que la hacía funcionar 32 horas (24h +8h) para que el sacristán pudiera rellenar el agua una vez cada 24 horas. Es obvio que la clepsidra necesitaba ser puesta en hora por todos los desajustes que provocaba su propia naturaleza y el documento registra que para ello se usaba la propia arquitectura del monasterio. Sheridan comprobó *in situ* que las ventanas del coro de la iglesia de la abadía estaban orientadas al este-sureste y las inscripciones explican cómo debe situarse el indicador horario de la clepsidra según que el sol entre por un extremo o por el centro de la primera o la segunda ventana del coro.³⁴⁷ Es esta la única descripción detallada que nos ha llegado para conocer cómo se resolvía la “puesta en hora” de un reloj de agua en un monasterio.

Es preciso reflexionar sobre la terminología utilizada en la documentación al referirse a los instrumentos utilizados en los monasterios para calcular el tiempo, pues es suficientemente ambigua para impedir la identificación del instrumento concreto al que se refiere. El término *horologium* se aplicaba tanto al reloj de sol, al de agua o al reloj mecánico en siglos posteriores, pero también a las tablas astronómicas que sabemos se consultaban en los monasterios tras una observación de ciertas estrellas para fijar la hora. Así, se denominaba *horologium* al breve tratado *De cursu stellarum* (sobre el curso de las estrellas) que escribió Gregorio de Tours en ca. 573 para que en los monasterios se pudieran fijar las horas canónicas de oración fácilmente, observando la aparición de ciertas estrellas por el horizonte.³⁴⁸ Está documentado que el método más usado en los monasterios para fijar las horas de oración fue mirar las estrellas y calcular el tiempo en base a sus posiciones. Cuando el astrolabio llegó al mundo latino en el siglo XI los monjes ya estaban acostumbrados a mirar el cielo y a hacerlo con las restricciones de visibilidad

³⁴⁵ NORTH (1975), p. 383.

³⁴⁶ SHERIDAN (1896), pp. 6-10. Un error en esa tarea de despertar correctamente a la comunidad conllevaba la petición de perdón en el capítulo del día.

³⁴⁷ SHERIDAN (1896), pp. 21-41.

³⁴⁸ DOHRN (1996), p. 57; Sobre esta obra de Gregorio de Tours y los modos de cálculo del tiempo en los monasterios ver McCLUSKEY (1990).

de los claustros que no permiten ver el orto y el ocaso de los astros por el horizonte, como se aconsejaba en *De cursu stellarum*.³⁴⁹ Eso nos lleva a pensar que quizá algunos de los documentos en los que se narra el uso de *horologium* en un monasterio puedan referirse a un astrolabio. En algunos casos los documentos utilizan términos más precisos como *horologium aquatile* para nombrar al reloj de agua o clepsidra y *horologium regis Ptolomei* o también *horologium secundam Alcoran* para nombrar al astrolabio. En este último caso, la adición del nombre de Ptolomeo, un astrónomo no cristiano o el del Corán, el texto base del Islam, al nombre identificativo del instrumento, podía generar reticencias a la hora de usarlo en un buen número de monasterios, en aquellos con poco contacto con el desarrollo de la astronomía, que eran la mayoría.³⁵⁰ A finales del siglo XIII se documenta un comentario sobre la precisión de los relojes: “No existe ningún reloj capaz de seguir los juicios de la astronomía con precisión absoluta. Aún hoy tratan los relojeros de hacer una rueda que complete la revolución para cada una de las que realiza el círculo equinoccial, pero no pueden tener éxito en absoluto, y si lo tuvieran, llegarían a fabricar un reloj realmente exacto, más valioso que el astrolabio o que cualquier otro instrumento astronómico para medir las horas”.³⁵¹

La existencia de un reloj, su mantenimiento y los costes asociados a ello es una constante en la documentación monástica desde el siglo XIII. Aparecen en los listados de *ornamenta*, junto a cálices, vestimentas litúrgicas y campanas. La primera evidencia documental de la inclusión de un *horologium* entre los elementos necesarios para dotar a un espacio de funciones litúrgicas es una carta de Abelardo a Eloísa en 1136 donde enumera los objetos necesarios para montar un oratorio. Lo que no figura en ningún sitio es que el *horologium* fuera objeto de ningún rito de consagración o bendición como sí lo eran los cálices o las campanas.³⁵²

Desde finales del siglo XIII se documenta ya la existencia de relojes mecánicos en monasterios de Inglaterra e Italia, por ejemplo en el priorato de Dunstable en Bedfordshire en 1283 o en un monasterio de Milán en 1302, en sustitución del reloj de agua.³⁵³ No se hace ninguna mención al astrolabio en las fuentes que tratan de la medida del tiempo. Una de las posibles razones de este, quizá, escaso interés en usar el astrolabio para fijar con precisión astronómica las horas canónicas de oración se deba a que no era tan importante que la hora de la oración fuera precisa y era suficiente con que fuera aproximada. El concepto actual de puntualidad no es aplicable a ese periodo. Este planteamiento contrasta con la obsesión que hubo en el mundo islámico con la precisión de las horas de rezo marcadas en el Corán. Para el monacato cristiano lo importante era efectuar el rezo y ordenar los tiempos, pero está documentado que los abades tenían permiso para acomodar las horas de oración por una u otra

³⁴⁹ McCLUSKEY (2000), pp. 111-112.

³⁵⁰ Los estudios realizados por Rosa Comes sobre las bibliotecas de los monasterios medievales de Cataluña en los siglos X y XI demuestran que todos tenían libros sobre exégesis bíblica, liturgia y gramática. El único donde se observa interés por la ciencia es el de Ripoll. [ref. COMES-R (2004), p. 108].

³⁵¹ GARCÍA AVILÉS (2001), p. 75.

³⁵² DOHRN (1996), p. 64.

³⁵³ Un personaje relevante en las relaciones del monacato inglés con la astronomía y los instrumentos de medida del tiempo fue Richard de Wallingford (ca. 1292-1336), abad de St Albans Abbey en Hertfordshire y relevante astrónomo [ver NORTH (2005)].

razón como la ubicación geográfica del monasterio, la estación, las jornadas de trabajo o simplemente los retrasos de algunos monjes.³⁵⁴ Aunque hay que reconocer el papel jugado por el monacato en el desarrollo del sentido moderno del tiempo, los monasterios medievales no se pueden considerar prototipos de las empresas actuales con sus estrictos horarios de trabajo.

Otro interesante documento testigo de la realización de observaciones astronómicas en los recintos monásticos es la obra anónima procedente de un monasterio benedictino del siglo XI y se titula *Horologium stellare monasticum*. En ella se va señalando qué constelaciones se ven desde las diferentes dependencias del monasterio en días especiales como Navidad o Epifanía. La precisión de las referencias a las constelaciones sugiere que el autor del texto tuviera un mapa de los cielos como los que ilustran los textos derivados de los *Fenómenos* de Arato, vulgarización poética de los textos griegos de astronomía que gustó en Roma más que dichos originales eruditos y obra que se difundió mucho en la cristiandad medieval.³⁵⁵

La otra circunstancia que hubiera justificado el uso masivo del astrolabio, no sólo en los monasterios sino en el resto de las instituciones eclesiásticas, era el establecimiento de la fecha móvil de la Pascua. El calendario litúrgico cristiano convivía con la problemática de la determinación de esa fecha, clave en el mensaje redentor cristiano. La combinación de varios ciclos astronómicos, como el año solar y el lunar con sus irregularidades, junto a una serie de

decisiones políticas tomadas en distintos momentos de la vida de la Iglesia, llevó a un proceso complejo de establecimiento de la fecha de la Pascua. Según los evangelistas, la resurrección de Cristo tuvo lugar el día siguiente a la pascua judía que siempre se celebraba en la luna llena del primer mes (Nisan) del año lunar hebreo. Como los cristianos no querían hacer coincidir la fiesta de resurrección, la Pascua, con ninguna celebración judía, y mucho menos con su pascua, se decidió, tras muchos debates, fijarla el domingo siguiente a la luna llena tras el equinoccio de primavera. Pero los calendarios no romanos, basados en textos de astrónomos alejandrinos, adelantaron el equinoccio respecto al del calendario romano, primero al 21 de marzo y luego lo volvieron a adelantar, de modo que en el siglo VIII estaba fijado el 17 de marzo, descolocándose así el proceso de



Fig. 6.2.b. Tres monjes realizando una observación nocturna con un astrolabio. Ilustración del Salterio de Blanca de Castilla. ca. 1225. BNF Arsenal Ms. 1186, f.1v

³⁵⁴ DOHRN (1996), pp. 36-37.

³⁵⁵ GARCÍA AVILÉS (2001), p. 79 y 86-87.

establecimiento de la Pascua cristiana.³⁵⁶ San Agustín relata estos problemas de calendario con un ejemplo: el año 357 se celebró la Pascua en Roma el 18 de abril, en Alejandría el 25 de abril y en la Galia el 21 de marzo, más de un mes de diferencia entre estos tres lugares.³⁵⁷

Esto explica la insistente elaboración y posterior difusión de los genéricamente denominados “Tratados de Cómputo” unos textos eruditos cuyo objetivo era establecer correctamente la Pascua en base a cálculos astronómicos y matemáticos basados en la autoridad de los “antiguos” sumado a las indicaciones de los Padres de la Iglesia.³⁵⁸ Entre ellos destacan los de Beda el Venerable (673-735), *De temporibus* (704) y *De temporum ratione* (725), muy valorados y difundidos, el *De computo* de Rabano Mauro (820) y en la España visigoda el de San Isidoro (m. 636) *De cyclo paschali* incluido en sus *Etimologías*.³⁵⁹

La importancia del cómputo eclesiástico en los monasterios configuraron esos textos como parte fundamental de la instrucción del monje y las tablas de cómputo se acompañaron de otros textos de astronomía, con un exclusivo valor propedéutico para el correcto establecimiento del cómputo eclesiástico. Sostiene Alejandro García Avilés que los libros de cómputo, que contenían las tablas que indicaban el día de la Pascua de los años venideros, se convirtieron en elementos simbólicos en el ámbito monástico e instrumentos de poder que proclamaba la trascendencia del tiempo litúrgico para la vida del monasterio y que fue el cómputo eclesiástico el que sostuvo en la Alta Edad Media el interés, sesgado, por la ciencia del movimiento de los astros.³⁶⁰ Jean Leclercq por su parte, considera que los tratados de cómputo eran un tipo de más de literatura litúrgica pues su lectura y comprensión no se hacía por afán de saber sino para determinar las fiestas litúrgicas correctamente.³⁶¹ Aunque, desde otra perspectiva, Max Lejbowicz sostiene que gracias al cómputo se



Fig. 6.2.c. *San Jerónimo en su estudio*.
Taller de van Eyck. 1442.
Detroit Institute of Art (n° inv. 25.4)

³⁵⁶ DOHRN (1996), pp. 40-41.

³⁵⁷ GARCÍA AVILÉS (2001), p. 40.

³⁵⁸ LEJBOWICZ (1992), p. 192. El primer tratado de cómputo lo escribió Hipólito de Roma a comienzos del s. III y se titula “*Apodeixis chronon tou Pascha*”. Hipólito separó el cómputo litúrgico del resto de temas litúrgicos y esa separación se mantuvo en el tiempo.

³⁵⁹ Sobre la complejidad de los cálculos incluidos en los tratados de cómputo relacionados con los distintos ciclos de años solares y lunares vigentes desde la Antigüedad ver McCLUSKEY (2013), pp. 295-298 y MC CLUSKEY (2000), pp. 77-96 y 149-157; Sobre los conceptos computísticos incluidos en las *Etimologías* de San Isidoro ver LEJBOWICZ (1992), pp. 155-157; Sobre el tratamiento de los conceptos astronómicos adicionales al cómputo en las *Etimologías* de San Isidoro, ver McCLUSKEY (2004), pp. 198-199.

³⁶⁰ GARCÍA AVILÉS (2001), p. 30.

³⁶¹ LECLERCQ (1961), pp. 237 y 245.

mantuvo en el occidente cristiano el ambiente intelectual necesario para apreciar la llegada de las traducciones del árabe al latín que dieron plenitud científica a las matemáticas y la astronomía.³⁶²

Todas las razones que hubieran justificado el uso masivo de astrolabios en los monasterios medievales se debieron desvanecer ante una de las frases más disuasorias de las que se han acuñado relativas al astrolabio. La escribió Santo Tomás de Aquino (1224-1274): “*No es necesario usar un astrolabio en un monasterio para saber cuál es la hora de comer*”.³⁶³ No obstante lo anterior, la reina Blanca de Castilla, madre del rey San Luis de Francia eligió para portada de su salterio una hermosa imagen que muestra a un grupo de tres monjes haciendo una observación nocturna con un astrolabio [Fig. 6.2.b] y nos han llegado varias representaciones de un Padre de la Iglesia como San Jerónimo en su estudio rodeado de libros y con un astrolabio colgando de la alacena [Fig. 6.2.c.]. De Gerberto de Aurillac, monje benedictino que estudió ciencia islámica en Vic durante tres años y después fue arzobispo de Reims y papa Silvestre II, es la frase “*el astrolabio es un regalo del cielo que sirve para regular la celebración del oficio divino*”. Pero la imagen del salterio, la de San Jerónimo y la frase de Gerberto nos señalan un mismo contexto, el de una intelectualidad permeable al avance de la ciencia que no era, como nunca lo ha sido ni lo es, indicativa del comportamiento mayoritario. Por tanto se puede afirmar que el uso de astrolabios en los monasterios fue puntual y para casos singulares, como instrumento avanzado de cálculo matemático y astronómico, ligado a ciertos abades intelectuales, y no para uso cotidiano.

En esta línea y en lo que respecta al monacato hispano, contamos con un registro documental que evidencia el interés que tuvo por la astronomía y posiblemente por los instrumentos astronómicos el abad Martín Gil del monasterio cisterciense de Santa María de Moreruela (Zamora), lugar en el que ejerció su gobierno abacial a partir de 1260. El abad Gil fue el destinatario de la obra *Summa Astronomica* (ca. 1273) escrita en latín por el franciscano Pedro Gallego, confesor de Alfonso X el Sabio cuando era príncipe, y nombrado después primer obispo de Cartagena desde 1250 hasta su muerte en 1267.³⁶⁴ Pedro Gallego hace una alusión explícita al astrolabio y su uso en su libro y es un buen ejemplo de prelado intelectual que considera el estudio de la astronomía como un buen modo de acercarse a la creación de Dios y a sus criaturas. Bien pudo promover la construcción de alguno para usarlo como apoyo a sus escritos. La visión bíblico-medieval del cosmos necesitaba armonizar las teorías procedentes del mundo clásico y del islámico, con los elementos añadidos de la fe cristiana y todo esto se hace patente en la *Summa Astronomica* de Pedro Gallego.³⁶⁵

Otro caso documentado relativo al monacato aragonés en el siglo XIV es el relativo a la donación de un astrolabio por el rey Pedro IV el *Ceremonioso* al monasterio de Poblet en 1378

³⁶² LEJBOWICZ (1992), p. 175.

³⁶³ DOHRN (1996), p. 79.

³⁶⁴ MARTÍNEZ GÁZQUEZ (1987), pp. 153 y 155. Se conserva una copia de esta obra en BNE Ms 8919, ff. 49-56. El *Incipit* detalla las fuentes utilizadas por Pedro Gallego para elaborar su obra: la traducción al latín del tratado astronómico de al-Fargānī que realizó de Juan de Sevilla en 1173 y la de Gerardo de Cremona de ca. 1175.

³⁶⁵ MARTÍNEZ GÁZQUEZ (1987), p. 177.

que emuló su hijo el infante Juan, futuro rey Juan I el *Cazador*, donando otro al monasterio de Montserrat en 1381.³⁶⁶ Lamentablemente los documentos no especifican por qué se hacen esas donaciones ni qué uso se va a hacer de los astrolabios en esos dos monasterios, si bien pudieron ir destinados a sus bibliotecas como complemento a los posibles libros de astronomía que pudieran tener.

Es relevante, aunque no tenga relación alguna con los reinos cristianos hispanos, destacar uno de los casos más sorprendentes de relación entre astrolabio y monacato. Se trata de la presencia en un astrolabio, posiblemente realizado en Francia en el siglo XIV, de unas inscripciones numéricas que responden a un sistema de cifrado que idearon los monjes cistercienses franceses en el siglo XIII para mantener sus datos económicos ocultos. El mencionado sistema asigna un símbolo compuesto por una combinación de líneas, triángulos y cuadrados a cada uno de los números del 1 al 9999. No quiere ello decir que todos los documentos cistercienses incluyan este sistema numérico cifrado pero sí aparece en un buen número de manuscritos, todos ellos ya estudiados. El astrolabio llamado “Berselius”, que estudió David King y que atribuye a taller francés en una fecha en torno a 1375, presenta el modo de cifrado cisterciense en sus inscripciones numéricas.³⁶⁷ Hasta el momento no se ha encontrado ningún otro instrumento que incluya esta numeración en clave, pero su existencia permite suponer que los *scriptoria* monacales contaban con personal cualificado para realizar, tanto los diseños iniciales de cada una de las piezas del astrolabio, como la grabación en latón de las curvas y las inscripciones alfabéticas y numéricas de las *láminas*, la *araña*, la *corona* y el *dorso* del instrumento.

No se puede excluir de este relato la relación con el astrolabio de la figura controvertida de Pedro Abelardo (1079-1142), filósofo, teólogo, dialéctico, profesor en la universidad de París y monje, ya en su madurez en la abadía de San Denis, que llamó “Astrolabio” al hijo que tuvo en 1119 con Eloísa. El nivel intelectual de ambos amantes asegura que conocieron ese instrumento y apreciaron de él, no sólo sus usos prácticos sino, sobre todo, su naturaleza simbólica como maqueta a escala del universo, razón por la que debieron elegir ese infrecuente nombre para su hijo. Abelardo menciona a su hijo Astrolabio en su obra *Historia Calamitatum*.³⁶⁸

Y a modo de última reflexión sobre las relaciones entre astrolabio y monacato, destacar que los cenobios altomedievales vivieron el choque y posterior sinergia entre dos aproximaciones distintas a los saberes cosmológicos.³⁶⁹ Por un lado los textos griegos filtrados

³⁶⁶ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 197 y 247-248. Barcelona, 15 diciembre 1378. El rey Pedro IV regala al abad de Poblet un astrolabio [ACA, reg. 1097, f. 32v]. Montserrat, 2 octubre 1381. El infante Juan regala un reloj y un astrolabio al monasterio de Montserrat [ACA, reg. 1664, f. 121].

³⁶⁷ KING (2001), pp. 131-151 y 406-419. El nombre “Berselius” con el que se conoce al astrolabio corresponde a Pascasius Berselius, monje benedictino de la abadía de Saint Laurent de Lieja que en 1522 se lo regaló a un estudioso de la ciudad de Lovaina, Adriano Amerobio y así ha quedado registrado en una inscripción que se ubica en el fondo de la *madre* del astrolabio.

³⁶⁸ SCHECHNER (2008), p. 203; Sobre la obra de Pedro Abelardo y su impacto en la Edad Media ver GILSON (1965), pp. 274-290.

³⁶⁹ Choques similares pero entre la filosofía aristotélica a través de los textos en árabe y la teología cristiana de la patrística de la Iglesia tuvieron lugar en la universidad de París desde el s. XIII [ver GILSON (1965), pp. 380-383].

por la cultura romana y la literatura cristiana que los había desprovisto de dimensión científica y revestido de valor simbólico y representativo, y por el otro los textos astronómicos en árabe, de origen griego también, pero imbuidos del empirismo de los intelectuales islámicos y dotados de una alta componente matemática. Las traducciones al latín de estos textos en árabe se fueron filtrando por la intelectualidad cristiana, primero la monástica y más tarde la secular, superando lo simbólico, aunque sin abandonarlo y apostando por la comprensión racional de los contenidos. Y el astrolabio estuvo allí, como objeto material capaz de ayudar a comprender los textos pero también como guardián de la subsistencia de lo simbólico.

Desde finales del siglo XIII se constata que el papel dinamizador que había jugado el monacato benedictino (cluniacense y cisterciense) en la tarea de transmisión de la ciencia está agotado y, tanto las nuevas órdenes mendicantes, como el resto de estamentos de la Iglesia, centran su actividad promotora en las universidades cuya relación con el astrolabio se analiza a continuación.

6.3.- ASTROLABIOS, MADRASAS y UNIVERSIDADES

En paralelo con todos sus usos, el astrolabio siempre sirvió de apoyo a la enseñanza de la astronomía, las matemáticas y la geometría tanto en al-Andalus como en los reinos cristianos hispanos.

6.3.1.- Madrasas y escuelas científicas en al-Andalus

Las madrasas nacieron como escuelas para estudiar la ley y esa dimensión será siempre la más importante a través de la historia. La creación del sistema de donaciones privadas a las madrasas incrementó los estudios en otras materias que eran de interés para el que hacía la donación y así se fueron incorporando materias como la astronomía, el álgebra y, como no, la retórica y la lengua, pero siempre bajo el criterio de la ley islámica. Las madrasas no eran, por tanto lugares diseñados para la investigación científica sino para el estudio de la ciencia interpretada y juzgada a la luz del Islam.³⁷⁰ No se documenta la incorporación del estudio de la astronomía y el astrolabio en una madrasa hasta el periodo mameluco en el Cairo y vinculado a la figura del *muwaqqit* del que ya se ha tratado en el punto 6.1 de este mismo capítulo.

La madrasa más antigua en el Islam occidental fue la de al-Qarawiyyīn en Fez, fundada en 859 por Fátima al-Fihri, y hay que esperar hasta 1349 para encontrar la más antigua andalusí, fundada por Yusuf I en Granada cuando ya funcionaban en el Magreb una veintena de ellas. Aunque en la madrasa de Granada se enseñaba sobre todo derecho, religión, filología y literatura, Ibn Huḍayl (m.1352) documentó que se enseñaba también medicina y matemáticas. La astronomía no se incluyó hasta el siglo XV cuando el reino de Granada estaba en decadencia

³⁷⁰ SABRA (1996), p. 664.

política y económica.³⁷¹ Por eso las madrasas andalusíes no tuvieron tanto impacto como institución como tuvieron en el Islam oriental.³⁷²

Durante los dos periodos de brillante actividad astronómica, el califato y los reinos de taifas, se identifican en al-Andalus tres importantes escuelas vinculadas a la corte, donde se estudió y se desarrolló la ciencia y en concreto la astronomía: la de Córdoba dirigida por Maslama al-Maʿrīfī en periodo califal omeya, la de Toledo dirigida por Šāʿid al-Andalusī en periodo taifa y la de Zaragoza promovida por el rey al-Muʿtaman en ese mismo siglo XI. Actividad científica hubo más y en todos los periodos cronológicos, pero estas son las mejor documentadas (ya se han tratado en el capítulo 4 y, bajo otra perspectiva, se vuelven a tratar en el capítulo 8).

En la escuela toledana dirigida por Šāʿid al-Andalusī (m. 462H/1070) se puede identificar un doble mecenazgo: el del rey de la taifa de Toledo al-Maʿmūn (r. 429H–467H/1037–1074) que protegió a Šāʿid al-Andalusī, lo nombró cadí y promovió la creación del círculo de sabios que se generó a su alrededor, y el del propio Šāʿid que financió actividades de su equipo científico con sus propios bienes además de motivarlo eficazmente. No es este el lugar para glosar la figura de este intelectual que fue astrónomo, matemático, jurista, historiador y mecenas de la ciencia, pero es relevante conocer lo que escribió sobre él y su metodología de trabajo el judío Isaac ben Joseph Israelí en 1310:

*“El sabio Ibn Šāʿid y sus compañeros, unos doce hombres entre los que había judíos, vivían en la ciudad de Toledo y se entregaron de corazón a investigar y experimentar mediante la observación de las señales celestes y no desistían hasta haber progresado en esta ciencia y esclarecido muchos de sus principios.[...] El mencionado Ibn Šāʿid amaba la ciencia y a los que a ella se dedicaban y compartía y ofrecía de lo que poseía a sus colaboradores, sustentándoles y dándoles estipendios.[...] Estos compañeros de investigación instalaron en la ciudad de Toledo varios instrumentos de precisión para observar y regular todo lo necesario para la verificación de la posición de los planetas y sus estaciones en el Zodiaco.”*³⁷³

Puede destacarse de este texto la multiculturalidad de los integrantes del equipo, el acercamiento al saber astronómico mediante la observación y experimentación usando instrumentos de precisión, la perseverancia hasta conseguir los objetivos “no desistían hasta haber esclarecido...”, y la pasión en el trabajo “se entregaron de corazón [...] amaba la ciencia...”. Cualquier observatorio astronómico actual apostaría por un equipo así y por un líder capaz de reconocer el talento cuando supera al suyo propio. Especialmente ejemplar es uno de

³⁷¹ VERNET y SAMSÓ (2000), pp. 292 y 297. El interés por el *mīqāt* en el reino nazarí explica por qué las mezquitas granadinas se orientan, en general, de forma correcta. Tanto el oratorio del Mexuar, el de la Rawda y el del Palacio de Comares de la Alhambra están bien orientados. Sin embargo la madrasa de Granada que hizo Yusuf I, el mismo que mandó hacer los oratorios de la Alhambra, está mal orientada, desviada al sur, quizá por su cercanía a la aljama de Granada que era del s. XI y que tenía el mismo error, arrastrado desde la mezquita de Córdoba.

³⁷² A este respecto resulta sugerente la propuesta realizada por Juan Carlos Ruiz Souza de considerar que el Palacio de los Leones de la Alhambra pudo incorporar en sus espacios una madrasa para la educación de príncipes o para el estudio de sabios. Ver RUIZ SOUZA (2001).

³⁷³ ŠĀʿID AL-ANDALUSĪ (2000), p. 14.

los párrafos que dedica el propio Šā'id al-Andalusī, en su obra de referencia *Kitāb tabaqāt al-umam* (Libro de las Categorías de las Naciones), al excepcional astrónomo Azarquiel, miembro de su equipo:

*“El que mejor conoce la ciencia de las esferas celestes y los movimientos de las estrellas de todos ellos es Abū Ishāq Ibrahīm Ibn Yahyā al-Naqqāsh conocido como Walad al-Zarqiyāl [«el chico de los ojos azules»]. Es el más sabio, entre nuestros contemporáneos en las observaciones astronómicas, la ciencia de las esferas celestes y el cálculo de sus movimientos; el que mejor conoce la ciencia de las tablas astronómicas y la invención de los instrumentos astronómicos”.*³⁷⁴

Como ya se ha indicado, el alcance y los resultados de estas tres escuelas se tratan en los capítulos relevantes.

6.3.2.- Universidades en los reinos cristianos

La astronomía es una de las cuatro artes del *Quadrivium* y junto a las tres del *Trivium* fueron nominadas por Boecio (470-525) y codificadas por Marciano Capella entre el año 410 y 439 y así se mantuvieron durante toda la Edad Media.³⁷⁵ La obra de Casiodoro (ca.480-ca.570) *Institutiones divinarum et saecularium literarum* (Educación en las letras divinas y humanas) constituye el primer manual cristiano que aúna la sabiduría eclesiástica y las artes profanas y en él sostiene que el origen de las Artes Liberales (y la astronomía entre ellas) es la sabiduría divina. Este planteamiento de Casiodoro se denomina “teoría patrística de las Artes Liberales” y fue la guía para la formación de los monjes en las escuelas monacales, prefiguración de las escuelas catedralicias seculares que fueron origen a su vez de las universidades.³⁷⁶ El papa Gregorio el Grande (543-604) siguió la vía de Casiodoro insistiendo en que el objetivo del estudio de las Artes Liberales no era otro que la mejor comprensión de las Escrituras.³⁷⁷ San Isidoro de Sevilla (ca. 570-636) consolidará estas ideas sobre las Artes Liberales en sus *Etimologías* pero con un tratamiento asimétrico de las siete artes pues, mientras dedica 58 páginas a la Gramática, necesaria para acercarse a las Sagradas Escrituras, sólo consagra 17 a la Astronomía.³⁷⁸

En términos generales la patrística cristiana mantuvo una prevención general hacia la ciencia. Decía san Isidoro “*mejor preocuparse de vivir rectamente que de saber mucho. La ciencia no ayuda a conseguir la felicidad, ni se es feliz por conocer muchas cosas*”.³⁷⁹

En una posición distinta se ubicó Hugo de San Víctor, un místico y profesor de Artes Liberales que formó a sus discípulos en todo el saber, insistiendo en que debían aprenderse las siete Artes Liberales sin dar más importancia a unas que a otras porque la sabiduría las enlaza a todas. Afirmaba que los conocimientos profanos son necesarios para aprender a abstraer y

³⁷⁴ ŠĀ'ID AL-ANDALUSĪ (2000), pp. 155-156.

³⁷⁵ GILSON (1965), p. 138. Boecio llamó *Quadrivium* a la cuádruple vía para alcanzar la Sabiduría y dijo que quien ignora sus cuatro artes (astronomía aritmética, geometría y música) no puede amar la sabiduría. En cuanto al *Trivium* o triple vía para alcanzar la sabiduría, permiten adquirir el conocimiento y expresarlo mediante la gramática, la lógica y la retórica. Considera a la lógica como una parte de la filosofía.

³⁷⁶ LECLERCQ (1961), pp. 19-21.

³⁷⁷ GILSON (1965), p. 151.

³⁷⁸ CURTIUS (1948), pp. 64-71.

³⁷⁹ RODRÍGUEZ DE LA PEÑA (2008), pp. 264-265.

consideraba que las matemáticas enseñaban a conseguir esa abstracción, siempre orientando el conocimiento a la contemplación y el amor a Dios.³⁸⁰

El surgir de las escuelas catedralicias en el siglo XII y la creación de las primeras universidades, *Studium Generale*, consolidó unos planes de enseñanza que comprendían las Artes Liberales, la filosofía y la llamada *doctrina sacra* que luego se llamará teología, con una organización corporativa dotada de unos privilegios que definió unos títulos escalonados: bachillerato, licenciatura, maestría y doctorado.³⁸¹ Esas instituciones recibieron el contingente de textos clásicos e islámicos traducidos del árabe al latín en la península Ibérica y entre ellos iban los dedicados al astrolabio que siempre fue considerado un magnífico instrumento pedagógico alejado del concepto de “instrumento para las élites” que tuvo hasta el siglo XII.

El aprendizaje de la astronomía como una de las siete Artes Liberales era obligatorio para todos los estudiantes universitarios pues, sin superar el *Trivium* y el *Quadrivium*, no se podía acceder a los estudios superiores de teología, derecho o medicina. Si se toman los datos de estudiantes en las universidades castellanas y las materias que se impartían (Derecho, Teología y Artes Liberales), se obtiene que en torno a un 45% estudiaban Derecho Canónico. Los números hablan de un 40% de alumnos cursando Artes Liberales para obtener el título de *magister in artibus*.³⁸²

Al igual que se impartían Artes Liberales en las universidades castellanas (Palencia, Salamanca, Sevilla, etc.), se hacía en la más antigua de las universidades de la Corona de Aragón, el *Studium General* de Lleida que destacó por sus estudios en medicina y en astronomía y en la que se utilizaban textos islámicos como recursos docentes.³⁸³ También estuvo muy en contacto con las corrientes andalusíes e islámicas el *studium* dominico de Murcia cuando pasó a manos de la Corona de Castilla.³⁸⁴

Hay algunos casos como el de la universidad de Oxford en la que se potenciaron los estudios del *Quadrivium*, especialmente la astronomía y la óptica, y profesores de esa universidad como Roberto Grosseteste (ca. 1175-1253) y Roger Bacon (1214-1292) apostaron por una filosofía natural empírica, añadiendo a la dualidad razón–fe la vía del conocimiento procedente de la observación y la experiencia, ya fuera espiritual o sensorial. A esta corriente se sumaría el franciscano escocés Duns Escoto. La creación de la cátedra de Astrología en Salamanca en 1460 supuso un avance en esa misma dirección, la de potenciar los estudios de

³⁸⁰ GILSON (1965), pp. 297-300.

³⁸¹ Un acercamiento general y completo al modelo de enseñanza medieval en VILLA (2017).

³⁸² GUIJARRO (2000), p. 90; CLARAMUNT (2000), pp. 133-135. Entre los 14 y los 16 años los alumnos asistían al nivel más bajo del estudio de las Artes Liberales y casi el 50% abandonaba los estudios sin conseguir ningún título. Entre los 16 y los 19 años obtenían, los que seguían, el título de *baccalarius artium* después del cual dejaban la universidad como “bachilleres” título que les permitía trabajar en la administración, sobre todo en la municipal. Entre los 19 y los 21 años, los que querían seguir, se mantenían en la facultad de Artes Liberales para obtener el título de *magister in artibus*. Tras ese título ya no había nada más que estudiar en la facultad de Artes Liberales y el estudiante, o bien se marchaba con su título de Maestro (normalmente para ser profesor) o bien, entre un 2% y un 5% se incorporaba a las facultades de Teología, Derecho o Medicina para hacer la licenciatura y, ya en muy escaso número, el doctorado

³⁸³ RIERA (1983), p. 76.

³⁸⁴ MONSALVO (2001), p. 218.

astronomía. Conocemos las materias que impartía dicha cátedra: astronomía esférica, aritmética y geometría, cosmografía, teoría de los planetas, geografía y astrología judiciaria (predicciones).³⁸⁵ Adicionalmente, en la biblioteca de la universidad de Salamanca, todos los libros sobre ciencias exactas se reunían bajo la rúbrica “astrología” pues ese era el nombre de la cátedra que enseñaba matemáticas y astronomía. Por tanto los libros de geografía, astronomía, aritmética, cosmología, geometría, arquitectura (ej. tratado de arquitectura de Vitruvio) e incluso botánica (*Materia Médica* de Dioscórides) estaban en el *caxon 17: astrología*.³⁸⁶

Y la pregunta es ¿estaban presentes los astrolabios en las universidades medievales? La respuesta es afirmativa y el primer lugar donde se encontraban era precisamente en las bibliotecas universitarias como recursos docentes susceptibles de ser prestados a los alumnos, como los libros. Así están documentados registros de préstamos de astrolabios a estudiantes en varios *colleges* de Oxford, en la Sorbona de París y en la facultad de Artes Liberales de la universidad de Viena y en este último caso se detalla que el astrolabio para préstamo era de madera.³⁸⁷ Se conserva en la Biblioteca Nacional Francesa un documento de la universidad de la Sorbona de París que dice que el rey Carlos V de Francia (1338-1380) incluyó instrumentos científicos en la dotación de la biblioteca del Collège de Maître Gervais, perteneciente a la universidad de París, entre los que había esferas, astrolabios, azafeas y otros instrumentos “útiles para el estudio de la astrología”.³⁸⁸

Las universidades se convirtieron en el siglo XV en instituciones que demandan astrolabios y se supone que los querían de buena calidad técnica pero de bajo precio y por tanto de materiales perecederos y abundantes, como la madera. En el siglo XVI los talleres de construcción de instrumentación científica como los de Hans Dorn o Gemma Frisius estarán directamente vinculados a universidades como la de Viena o Lovaina.

Se preguntaba el historiador de la ciencia Guy Beaujouan en 1957 si en la Edad Media hubo relaciones entre, por ejemplo, los constructores de catedrales y los profesores de las universidades o en términos más generales si hubo una interdependencia entre la ciencia escolástica y las técnicas utilitarias en el periodo medieval como la hubo en el Renacimiento y en épocas posteriores.³⁸⁹ La construcción de astrolabios es quizá uno de los buenos casos que dan respuesta positiva a esa pregunta, aunque hay otros como la propia arquitectura o la implantación de las primeras máquinas.

6.4.- ASTROLABIOS y MEDICINA EN LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS

Además del claro interés que mostraron reyes, comunidades monásticas y universidad por

³⁸⁵ CÁTEDRA y SAMSÓ (1983), pp. 19-20. Ocuparon la cátedra de astrología de la universidad de Salamanca en el siglo XV: Nicolás Polonio (1460-1464), Juan de Selaya (1464-1469), Diego Ortíz de Calzadilla (1469-1476), Fernando de Fontiveros (1476-1480), Diego de Torres (1480-1487) y Rodrigo de Basurto (1487-1504). Los textos que nos han llegado de algunos de estos primeros catedráticos aúnan conocimientos de astronomía, geometría, medicina y otras materias.

³⁸⁶ BEAUJOUAN (1962), p. 8.

³⁸⁷ TURNER (1987), p. 33.

³⁸⁸ TURNER (1985), p. 30.

³⁸⁹ BEAUJOUAN (1957b), p. 6.

el astrolabio, tanto por su dimensión simbólica como por ser un instrumento astronómico para el cálculo del tiempo, hubo otro colectivo que se asoció con los astrolabios sobre todo a partir del siglo XII y es el de los médicos, los llamados “físicos”. La concepción cosmológica medieval ponía en relación todo lo que ocurría en el universo, desde los astros más lejanos hasta los fenómenos naturales terrestres y el funcionamiento del cuerpo humano. La asociación de la salud del hombre con la armonía del universo llevó a los médicos a interesarse por la astronomía y a sumar a su, escasa todavía, instrumentación médica un astrolabio para determinar si las posiciones de las estrellas favorecían o no una determinada intervención quirúrgica o el uso de una terapia. En este contexto se comprende por qué los médicos demandaban astrolabios, los portaban consigo cuando iban a atender a sus pacientes e incluso los regalaron a los reyes.³⁹⁰ El historiador de la ciencia francés Guy Beaujouan considera que la demanda de la corte no explica el gran número de astrolabios latinos que nos han llegado y que por tanto debe añadirse la demanda de los médicos, como además revelan las fuentes documentales.³⁹¹

Es importante resaltar que las dos cortes reales hispanas mejor documentadas, en lo que a astrolabios se refiere, que son la castellana de Alfonso X y la aragonesa de Pedro IV el *Ceremonioso* responden a un mismo modelo: los médicos de la corte eran también astrónomos/astrólogos.³⁹² Así, entre los miembros del *scriptorium* alfonsí, que formaban parte de la casa del rey y cobraban de su erario, fueron médicos y astrónomos Abraham al-Hakim (Abraham de Toledo, traductor del *Libro de la Aṣṣafēha*), Yehuda ben Moshé, y Meir pariente de Samuel ha-Leví, que fue médico de la reina Violante, esposa de Alfonso X. Esos intelectuales, escogidos, organizados y retribuidos por el rey eran además miembros de su administración y cómplices de su intimidad física y su salud.³⁹³ Lo mismo ocurre en la corte de Pedro IV de Aragón que, aunque según las *Leges* de 1337 debía tener dos “físics” en la corte, tuvo al menos diez en 1356 y muchos de ellos documentados como portadores de astrolabios.³⁹⁴

La concepción de la medicina en la Antigüedad y la Edad Media era la de una disciplina fundada en la observación de fenómenos naturales más o menos alterados, exactamente lo mismo que otras ciencias como la astronomía/astrología. En la Corona de Aragón se documenta el uso de textos de astronomía/astrología, incluidas las tablas astronómicas, por los médicos desde el siglo XIII incrementándose la creencia de la influencia de los astros en la salud humana en el siglo XIV, algo que ocurrió en todos los reinos cristianos europeos.

Hay que tener en cuenta que la observación de la orina y la medida del pulso eran los únicos medios objetivos que tenían los médicos para emitir un diagnóstico y por eso

³⁹⁰ Documentación de la Corona de Aragón sobre médicos y astrolabios en capítulo 8, punto 8.3.1. Sólo a modo de ejemplo, ver RUBIÓ i LLUCH (1908), p. 274. El príncipe Juan de Aragón, futuro rey Juan I *el Cazador*, en Zaragoza a 11 de mayo de 1378, manda al médico Jucef Avernaduc que vaya a verlo llevando el astrolabio. [ACA, reg. 1745, f. 82]

³⁹¹ BEAUJOUAN (1967), p. 17.

³⁹² RUBIÓ i LLUCH (1914), p. 239.

³⁹³ MARTIN (2001), pp. 272-273.

³⁹⁴ LADERO (2014a), p. 206. Los *físics* o médicos de la casa del rey de Aragón debían ser dos según las *Leges* de 1337 pero Pedro IV tenía al menos diez en 1356, tres de ellos judíos. Sobre los médicos de la Corona de Aragón con relación a los astrolabios, ver capítulo 8, punto 8.3.1.

incorporaron la observación astronómica a su protocolo de atención a los pacientes con el fin de distanciarse de los curanderos-charlatanes. Eso explica por qué un intelectual como Arnaldo de Vilanova que fue médico de los reyes de Aragón entre 1297 y 1308 escribiera dos libros específicos sobre astronomía/astrología médica. Otro caso paradigmático es el de Pere Gilbert a quien el rey de Aragón Pedro IV el *Ceremonioso* llama *magistrum in artibus et medicina et in astrorum scienciam peritissimum*, que fue médico y también el responsable de la elaboración de las Tablas Astronómicas de Barcelona de las que se ha hablado con anterioridad. También relevante fue el médico y astrólogo de corte Bartomeu de Tresbens que estuvo al servicio de Pedro IV de 1361 a 1374, y escribió en 1373 su *Tractat d'Astrologia* que incluye menciones a la influencia de los planetas en la sangría y en el proceso de cicatrización de las heridas.³⁹⁵ Los médicos pasaban un examen de astronomía/astrología para poder ejercer su profesión como consta en un documento de 1386 y además se conserva una orden dictada por el rey Juan I el *Cazador* de Aragón que prohibía las sangrías a los enfermos durante los plenilunios y las conjunciones de la luna.³⁹⁶

Esta relación entre medicina y astronomía/astrología no fue privativa de la Corona de Aragón, estaba presente en toda Europa, por eso no extraña que los estudios de medicina en la universidad de París se impartieran en la denominada “Facultad de Medicina y Astrología”. Se conserva documentado un debate que tuvo lugar en 1437 en dicha facultad sobre la relación entre la sangría y los astros en la que participaron hasta teólogos y la conclusión fue aconsejar a todos los médicos y cirujanos que tuvieran un astrolabio. Hoy parece absurda la relación entre los astros y la salud del hombre, pero en un mundo que concebía que todo el universo estaba centrado en la Tierra y el hombre parecía lógico asimilar los datos astronómicos observables con las vicisitudes humanas. El historiador Lynn White considera a este fenómeno una especie de “ingeniería astronómica” pues a partir de conocimientos teóricos de tipo matemático y de ciencia pura (astronomía) se buscaba su aplicación a los problemas de la salud en un periodo como el medieval en que se contaba con pocos métodos diagnósticos y de curación eficaces.³⁹⁷

El astrolabio formaba parte del instrumental médico al menos en los siglos XIV y XV y así lo confirman los documentos conservados en el Archivo de la Corona de Aragón (ver capítulo 8, punto 8.3.1). A modo de ejemplo, destacar que en el inventario de los bienes del médico judío Jefuda Mosconi, que murió en 1377 siendo médico de Pedro IV el *Ceremonioso*, figuran 2 astrolabios y que también poseían un astrolabio cada uno el médico Jucef Avenardut y el cirujano Jaume de Aupayo (o Augrago), al servicio del infante D. Juan (futuro rey Juan I el *Cazador*) y sus esposas Martha de Armagnac y Violante de Bar en 1378 y 1380 respectivamente.³⁹⁸

Para terminar, recordar lo ya mencionado sobre el modelo de formación en las universidades, tanto hispanas como de todo occidente, que no permitía abordar los estudios de

³⁹⁵ CARDONER (1960), p. 342.

³⁹⁶ CARDONER (1960), p. 345.

³⁹⁷ WHITE (1975), p. 296.

³⁹⁸ CARDONER (1960), p. 345 (cita los documentos ACA Reg. 1745, ff- 82r y 97v de mayo de 1378 y ACA Reg 1746, f.130 de noviembre 1380).

medicina sin haber superado el nivel de *magister in artibus*, es decir, sin haber superado los estudios del *Trivium* y el *Quadrivium*, una de cuyas disciplinas era la astronomía.³⁹⁹ Ejemplo claro de la doble formación en medicina y astronomía, unido a la experiencia familiar en el trabajo artesanal del metal, fue el constructor de astrolabios francés Jean Fusoris (1365-1436), del que se habla en detalle en el capítulo 8, punto 8.3. También está documentado como *magister in artibus et bacallarius in medicina*, Petrus Raimundi, autor de la obra médico-filosófica *Tractatus primus Rosae Philosophiae* fechada en 1338. El *Tractatus* estudia las relaciones entre astronomía/astrología y medicina, disciplinas relacionadas entre sí en la Edad Media, como ya se ha visto. La hipótesis propuesta de que este médico fuera el padre o el abuelo de Petrus Raimundi, el firmante del astrolabio realizado en Barcelona en 1375 (ficha C13), lleva implícita la idea de que él también fuera un médico formado en el Estudio General de Lleida (ver detalles en capítulo 3, punto 3.5.2).

6.5.- ASTROLABIOS Y MUJER

Para identificar las relaciones que se pueden establecer entre las mujeres y la instrumentación científica y más específicamente entre ellas y los astrolabios durante la Edad Media, se debe partir del concepto amplio de “*maker*” formulado por Therese Martin del CSIC en los últimos años.⁴⁰⁰ Ella sostiene que quien concibe, diseña o manufactura un objeto, ya sea artístico, científico o tecnológico, está tan vinculado a su realidad material como el que lo demanda, lo financia o lo recibe como regalo. Completa su reflexión invitando a considerar que una obra anónima no debe vincularse, por defecto, a uno o más hombres pues pudo haber una o más mujeres involucradas también en el proceso.

Esta amplia mirada aplicada al estudio de la documentación medieval y a la propia realidad de los astrolabios que han llegado a nuestros días, permite ofrecer algunos datos que contribuyan a visibilizar el papel, pequeño pero no nulo, jugado por la mujer medieval en la historia del astrolabio.

La información más antigua que vincula a una mujer con los astrolabios es el comentario vertido por Sinesio de Cirene (ca. 365– 415) respecto a su maestra, la gran científica Hipatia de Alejandría (ca. 370-416), en una de las cartas de quién fue filósofo, astrónomo, diplomático y obispo de Ptolemaida (Cirenaica). Dice Sinesio, en su *Carta a Peonio, acerca del regalo* (ca. 405), a propósito de un instrumento astronómico, cuya descripción asemeja a la de un astrolabio, que regaló a un cargo militar de la corte de Bizancio, que “*es obra de mi inteligencia, según todos esos conocimientos que me facilitó mi veneradísima maestra y de las mejores manos, que entre nosotros se encuentran, para trabajar la plata*”.⁴⁰¹

Hipatia, hija del astrónomo y matemático Zeón de Alejandría, es la única mujer que retrató Rafael en su *Escuela de Atenas* y, aunque no se conserva ninguna de sus obras, sus discípulos

³⁹⁹ DE LA TORRE (1971), pp. 107-108. Está documentado que Antoni Ricart, médico de Alfonso V *el Magnánimo* de Aragón y Pere Dez-Coll, médico de su esposa la reina María, fueron profesores en el Estudi de Medicina de Barcelona fundado por el rey Martín I *el Humano* e impartían en él medicina y astronomía.

⁴⁰⁰ MARTIN (2012), pp. 1-33.

⁴⁰¹ SINESIO (1993), pp. 243-244.

le atribuyen la autoría de tablas astronómicas, textos de matemáticas e instrumentos para la docencia de esas materias.⁴⁰² Si bien no nos han llegado astrolabios anteriores al siglo VIII, resulta plausible pensar que alguno de los que sin duda se construyeron en esas fechas, con materiales perecederos como la madera o el pergamino, fuera obra de Hipatia de Alejandría.

Saltando en el tiempo hasta el siglo X y a la cultura islámica, resulta revelador encontrar el nombre de una mujer entre la relación de astrolabistas activos en Harrán que nos proporciona Ibn al-Nadīm (m. 990) en su *Kitāb al-Fihrist* (ca. 987). Este libro contiene la primera referencia al astrolabio en un texto islámico no científico: “*Los astrolabios se hacían en la ciudad de Ḥarrān y desde allí se distribuyeron y su fabricación se incrementó y aparecieron nuevos fabricantes de astrolabios bajo el poder abasí desde el califato de al-Ma'mūn*” [r. 813-833]. Harrán era una ciudad populosa del noreste de Siria conocida por la comunidad de intelectuales que allí habitaba, conocedores todos ellos de la astronomía y astrología griegas. Era lógico que potenciaran la construcción de astrolabios y así lo refieren las crónicas. Ibn al-Nadīm menciona en su texto los nombres de varios astrolabistas de Ḥarrān, entre ellos al-Iḥliya, una mujer que trabajó para Sayf al-Dawla, de la dinastía Ḥamdanida, que gobernó Siria entre los años 945 y 967, estableciendo su capital en Alepo.⁴⁰³

Pasando ya a nuestro entorno geográfico de interés, la península Ibérica, los estudios realizados por especialistas como M^a Luisa Ávila, Manuela Marín, Susana Calvo, Maribel Fierro y M^a Jesús Viguera sobre el papel de la mujer en al-Andalus, abarcan todas las actividades de la sociedad medieval, incluida la intelectual y científica y se sustentan en la información recogida en los numerosos diccionarios biográficos. El uso del término ‘*ālīma* que puede traducirse como “mujer sabia” se aplica a un número muy reducido de las mujeres que aparecen en esas biografías. Las intelectuales andalusíes biografiadas son mayoritariamente activas en literatura, escritura y caligrafía o en el estudio de textos religiosos. En líneas generales, las mujeres libres optaban preferentemente por el estudio del Corán, el *ḥadīth* y la ley islámica, siendo las esclavas las destinadas al estudio de las materias profanas, principalmente la poesía y la caligrafía, como es el caso documentado de la esclava Lubnā (m. 984) que pertenecía a ‘Abd al-Raḥman III y a la que se denomina *kātiba* (escritora) y buena conocedora del *ḥisāb* (cálculo).⁴⁰⁴

Es por ello que la primera mención a una mujer andalusí que aprendió astronomía sea la de una *yāriya* (esclava) del califa al-Ḥakam II (r. 961-976). Dice la crónica *al-Dayl wa-l-takmila* de Ibn ‘Abd al-Malik al-Marrākuṣī (m. 703H/1303-1304) que: “*al-Ḥakam envió a una joven sierva que había en el alcázar y era una kātiba [escritora] de gran inteligencia a Abū l-Qāsim Sulaymān ibn Aḥmad ibn Sulaymān al-Anṣārī al-Ruṣāfi al-Qassām para que le enseñara astronomía, el manejo del astrolabio y cosas parecidas. Se dedicó a ello haciéndose una experta, a lo que le ayudó su natural inclinación a esta ciencia que llegó a dominar en unos tres*

⁴⁰² GARCÍA CAMARERO (2013), p. 32.

⁴⁰³ PINGREE (2009), p. XII; SALIBA (1999a), p. 644. George Saliba menciona que hubo una mujer astrolabista en el mundo islámico pero no da detalles sobre su identidad por lo que se puede suponer que se refiere a esta.

⁴⁰⁴ ÁVILA (1989), pp. 146-147; SAMSÓ (2003b), p. 524.

años, al cabo de los cuales, causó la admiración del califa que la puso a trabajar en lo que había aprendido”.⁴⁰⁵ El texto destaca el interés de esta esclava por la astronomía, su inteligencia y que aprendió, entre otras cosas, cómo usar el astrolabio.⁴⁰⁶ Es posible que sus conocimientos le permitieran participar en la manufactura de alguno de los astrolabios que sin duda se construyeron durante el califato de al-Ḥakam II, aunque no nos haya llegado ninguno.

Nada más se ha recogido en las fuentes conocidas hasta el momento sobre la participación femenina en lo que fue una producción importante de astrolabios en al-Andalus a tenor de los que nos han llegado.⁴⁰⁷ Pero la propia dinámica del proceso constructivo de los astrolabios recogida en el capítulo 3, que incluye la grabación de inscripciones en el latón y el hecho de que la caligrafía y la escritura fueran actividades permitidas a la mujer culta andalusí, invita a plantear la posibilidad de que tras esas inscripciones pudiera haber, en algún caso, una mano femenina. La existencia de talleres familiares, el mejor documentado el de Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī y su hijo Muḥammad ibn Saʿīd al-Sahlī (ver catálogo, fichas A6, A7, A8 y A12) establecido primero en Toledo y luego trasladado a Valencia tras la conquista cristiana de Toledo en 1085, es un argumento más a favor de la posible participación de esposas, hijas o esclavas de los titulares de los talleres, en el proceso de manufactura de un astrolabio.

En lo que se refiere a la posible participación femenina en el mecenazgo de los estudios de astronomía o la construcción de astrolabios, nada concreto se ha encontrado aún aunque no se debe excluir la posibilidad. Las actividades de mecenazgo femenino en al-Andalus se centraron en las fundaciones vinculadas a la religión como mezquitas, hospitales y cementerios, pero siempre tenían un trasfondo social, político y propagandístico. Siendo el astrolabio un instrumento asociado a las mezquitas y dotado de un simbolismo sapiencial valorado por el poder, no debe descartarse que alguna de las donaciones femeninas pudiera haber financiado la construcción de astrolabios. También se documenta la participación de mujeres en actividades de docencia, sobre todo de las hijas de los califas, emires y reyes por lo que no es descartable que el conocimiento y uso del astrolabio formara parte de esa formación.⁴⁰⁸

Traspassando la frontera a los reinos cristianos, es el rico archivo de la Corona de Aragón la fuente que permite identificar a dos mujeres, dos reinas, implicadas en la historia del astrolabio medieval hispano. Una de ellas es Leonor de Aragón, hija de Pedro IV el *Ceremonioso* (r. 1336-1387), que recibió de su padre un reloj-astrolabio en 1376, un año después de su boda con el futuro rey de Castilla Juan I. En la carta que acompaña al regalo, el rey de Aragón escribe: *“Molt cara filla, ...[.] un ret d’estralabi qui si mou...[.].. hay tres taules de lauto: e en la cara de la una es de nombre .xxxviii. e en aquella matexa taula de la altre part es de .xxxix.,...[.].. en lo dit arany on es lo sodiach, trobarets tots les signes del cel e alcunes esteles fixes, e por lo*

⁴⁰⁵ ÁVILA (1989), p. 180. Transcripción del texto de la fuente original; MARÍN (2000), pp. 640-654.

⁴⁰⁶ Esta información, directamente obtenida de una fuente del siglo XIV, ha sido esgrimida en uno de los muchos estudios que tratan de determinar el momento y el modo en que se produjo la difusión del astrolabio desde al-Andalus a los reinos cristianos (ver ZUCCATO (2014), pp. 115-120).

⁴⁰⁷ Algunos autores se hacen eco de una información que especialistas como Mónica Rius consideran inventada y sin fundamento: que Maslama al-Maʿrīfī tuvo una hija llamada Fátima con la que escribió un tratado del astrolabio considerándola como una más entre sus discípulos [ref. GARCÍA CAMARERO (2013), p. 115]

⁴⁰⁸ CALVO CAPILLA (2011b), pp. 143-144.

dit sodiach porets saber les hores del dia y per les esteles fixes les hores de la nit, e lo sol en qual grau del signe es...[.]".⁴⁰⁹ Es relevante resaltar el nivel de detalle de la descripción del instrumento que regala el rey a su hija, indicando que tiene tres láminas de latón, que una de ellas sirve para usarse en la latitud 38° (la de Córdoba) por un lado y la de Toledo (39°) por el otro, que lleva los signos del zodiaco para medir las horas durante el día y las estrellas fijas para medirlas durante la noche. Estos detalles demuestran, no sólo que el rey conoce bien cómo es el instrumento y cómo se usa, sino que también lo entiende su hija y lo va a usar.

La otra fue Violante de Bar, esposa del rey Juan I el *Cazador* (r. 1387-1396) que también recibió un astrolabio como regalo de su esposo en 1380, cuando aún era príncipe heredero de Aragón. En este caso se conserva el documento por el que Juan encargó el astrolabio al maestro Jaume de Augrago indicando en él que era un regalo para su esposa.⁴¹⁰ Violante de Bar fue una mujer culta, políglota, gran lectora y de la que se conserva un rico epistolario, es decir, una mujer con un perfil que permite atribuirle interés por tener y usar un astrolabio como lo hacían otros personajes de la corte.

Tanto Pedro IV como Juan I de Aragón fueron mecenas de la ciencia y en concreto de la construcción de instrumentos científicos pero, siguiendo las tesis de Therese Martin, las reinas Leonor y Violante fueron "*makers*" de esos astrolabios que recibieron como regalo pues, posiblemente, esos objetos no hubieran existido de no ser ellas receptoras interesadas de los mismos. Son varios los astrolabios que nos han llegado potencialmente realizados en territorio de la Corona de Aragón por contener inscripciones en catalán, pero no sabemos si alguno de ellos está relacionado con estos regalos regios.

Nada más se ha encontrado, por el momento, sobre las relaciones entre astrolabios y mujer en al-Andalus y en los reinos cristianos pero el balance no es nulo.

No se puede concluir esta reflexión sobre el astrolabio y la mujer en la Edad Media sin mencionar a Eloísa, una mujer culta de la Francia del siglo XII cuya relación amorosa con Pedro Abelardo, en contra de la voluntad de su entorno familiar, culminó con el alumbramiento de un hijo en 1119 al que llamó "Astrolabio". Considera la historiadora Arianna Borrelli que la elección del nombre fue de Eloísa para reafirmar su interés por la astronomía.⁴¹¹ El nombre de su hijo aparece en varias de las cartas que escribió a Abelardo y también en una que recibió del abad de Cluny Pedro el Venerable (ca. 1092-1156) en la que le dice: "*haré todo lo que esté en mi mano para obtener una prebenda en una de nuestras grandes iglesias para tu hijo Astrolabio*".⁴¹²

A modo de colofón es relevante resaltar que el astrolabio, como símbolo parlante de la astronomía, aparece varias veces representado en manos femeninas en la recurrente iconografía de la Astronomía como Arte Liberal.

⁴⁰⁹ RUBIÓ i LLUCH (1908), p. 265. [ACA, reg. 1093, f. 74].

⁴¹⁰ MILLÁS (1962a), p. 82.

⁴¹¹ BORRELLI (2008), p. 219.

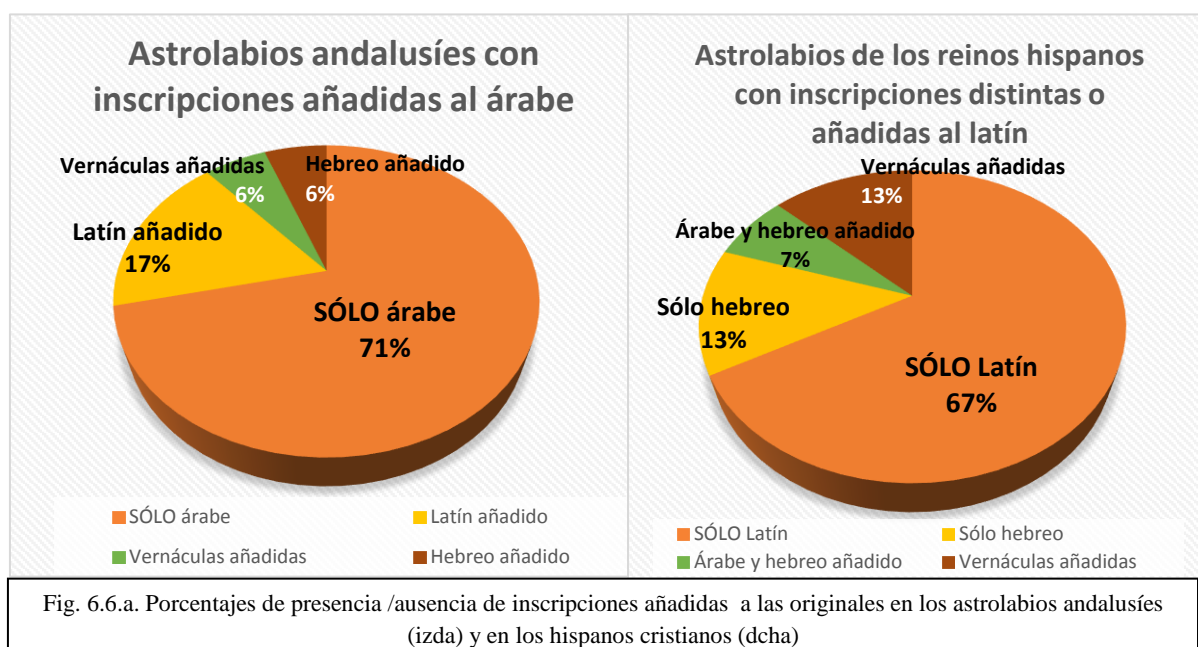
⁴¹² SCHECHNER (2008), p. 203.

6.6.- ASTROLABIOS EN UNA SOCIEDAD MULTICULTURAL: INSCRIPCIONES BILINGÜES/TRILINGÜES

El desplazamiento hacia el sur de la frontera que separó al-Andalus de los reinos cristianos hispanos y la circulación a través de una frontera que fue permeable para estos y otros muchos objetos, se hace evidente en la presencia de inscripciones en lenguas distintas al árabe en varios de los astrolabios andalusíes. Algo similar ocurre en los astrolabios atribuidos a los reinos cristianos hispanos que presentan inscripciones distintas del latín que sería lo esperado.

En el capítulo 4 (punto 4.6.2.3) y el 5 (puntos 5.5.2.5 y 5.5.2.6) se han identificado cuáles son los astrolabios bilingües e incluso trilingües, de al-Andalus y de los reinos cristianos hispanos, respectivamente. Aquí sólo se muestran las cifras generales pues sirven para valorar a qué porcentaje de astrolabios nos estamos refiriendo. Así, solo diez astrolabios andalusíes, que representan el 29% del total, son bilingües, con alguna inscripción en latín, hebreo o lenguas vernáculas, además de las inscripciones originales en árabe [Fig. 6.6.a (izda)]. De esos diez sólo uno es trilingüe (ficha A5) con inscripciones en árabe, latín y valenciano medieval. En todos los casos, son muchas más las inscripciones en árabe que las añadidas en otras lenguas.

En el caso de los astrolabios atribuidos a los reinos cristianos hispanos, dos de los quince tienen todas sus inscripciones en hebreo, dos tienen añadidas inscripciones en lenguas vernáculas y uno es trilingüe con inscripciones en latín, árabe y hebreo (ficha C12). Numéricamente tendríamos un 67% de los astrolabios con inscripciones únicamente en latín [Fig 6.6.a (dcha)].



Los datos que nos ofrecen los propios astrolabios confirman su reutilización por usuarios familiarizados con otra lengua y que, por tanto, retallaban parte de sus inscripciones, generalmente los nombres de las estrellas, pero en un número escaso.

También ponen en evidencia el papel protagonista que jugaron las comunidades judías en la construcción de astrolabios y en las actividades científicas en general tanto en los reinos

cristianos como en al-Andalus. De hecho los dos astrolabios con todas las inscripciones en hebreo (fichas C9 y C14) podrían haberse construido a uno u otro lado de la frontera y si se adscriben a la parte del catálogo dedicado a los astrolabios de los reinos cristianos es por dos razones: no están firmados (algo infrecuente en al-Andalus y frecuente en los reinos cristianos), sus características estéticas se acercan más a la producción cristiana que a la andalusí.

Para terminar esta reflexión sobre el multilingüismo en los astrolabios, es relevante mencionar los planteamientos de la historiadora Sonja Brentjes sobre la transferencia del conocimiento entre distintas culturas y la necesidad de definir un nuevo modelo dinámico, no lineal y abierto, que abarque a todos los agentes que participan en dicha transferencia. La historiografía ha considerado siempre que el intercambio de conocimiento transcultural se sustenta en las traducciones de textos eruditos y ha relegado a segundo término la contribución a ese intercambio de los instrumentos, dibujos, mapas y o la transmisión oral de los artesanos, los mercaderes o los marineros. Es por ello que Brentjes, Fidora y Tischler invitan a lanzar una mirada multidireccional, teniendo en cuenta que las diferentes comunidades tienen diferentes intereses y no sólo se daba importancia a traducir, leer y escribir. Proponen descartar la narrativa única creada hasta ahora y apostar por una narrativa múltiple, bidireccional que permita comprender la riqueza de cruces culturales que tuvieron lugar entre las culturas medievales y la existencia de hibridaciones culturales. Introducen el concepto de “*brokers*” y los definen como facilitadores, desde distintas posiciones en la sociedad, del intercambio cultural. Cierran su reflexión identificando a los astrolabios como uno de los mejores ejemplos para sostener su propuesta, pues se convirtieron en difusores de la astronomía islámica antes y de forma más eficaz que los textos relativos a ellos.⁴¹³

Yendo un paso más allá de las reflexiones de Brentjes y sus colegas, y a la vista de los datos concretos relativos a los astrolabios medievales en la península Ibérica, se puede afirmar que son testigos de una hibridación cultural por el bilingüismo y trilingüismo indicado, pero la hibridación no parece que fuera masiva y la mayoría de los astrolabios se ajustan a los cánones culturales que fijaba el poder civil y religioso del territorio donde se construyeron. Multiculturalidad sí, pero siempre minoritaria.

⁴¹³ BRENTJES, FIDORA y TISCHLER (2014), pp. 9-32.

PÁGINA DELIBERADAMENTE EN BLANCO

CAPÍTULO 7: ASTROLABIOS COMO OBJETOS GENERADORES DE PRESTIGIO. SU DIMENSIÓN ARTÍSTICA Y SIMBÓLICA

Los astrolabios son uno de los objetos que se pueden situar en la frontera difusa entre arte y ciencia y, al analizarlos en detalle, se detectan las tensiones entre los elementos decorativos y las normas geométricas y astronómicas a las que se debe ajustar cada una de las piezas que los componen. En palabras del historiador George Saliba: “El artista diseñador de una *araña* de astrolabio debe ser capaz de producir belleza moviéndose en el filo de lo posible dadas las limitaciones con las que cuenta por la obligatoriedad de mantener la precisión del instrumento”.⁴¹⁴

Hay una tendencia generalizada en el mundo islámico por combinar funcionalidad y belleza tanto en los instrumentos científicos como en los ingenios mecánicos que desarrollaron y los astrolabios son claro ejemplo de esa dualidad.⁴¹⁵ Un aspecto destacable es la simetría que parecen presentar las piezas frontales de los astrolabios, las *arañas*, auténticas piezas de orfebrería que hubieran llamado la atención de los historiadores del arte si se hubieran ubicado en otro contexto cultural distinto de la instrumentación científica. La estructura y función como mapa estelar que tienen las *arañas* impide que los punteros estelares se ubiquen en posiciones estrictamente simétricas y sin embargo, los artistas que las diseñaron encontraron el modo de dotarlas de la belleza armoniosa que ofrece la simetría jugando, simplemente, con la forma de los punteros y añadiendo algunos adornos que no cumplen función astronómica alguna.

Otro aspecto que confirma la vocación dual artístico-científica de los astrolabios es el material que mayoritariamente se escogió para realizarlos y del que se ha tratado en detalle en el capítulo 3: el latón. Seguramente los comitentes de los astrolabios, los beneficiados del prestigio que conllevaba su posesión, los hubieran querido de oro y los hubieran podido pagar, pero el artista/artesano responsable de construirlo sabía que el oro no era un material adecuado para grabar con precisión las curvas de la proyección estereográfica o los nombres de las estrellas en los punteros. Por eso utilizó el latón que era adecuado a las necesidades de la construcción del instrumento y satisfacía visualmente a su cliente, materializando una perfecta sinergia entre arte, ciencia y técnicas de manufactura.

7.1.- ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DECORATIVOS DE LOS ASTROLABIOS

El objetivo de este análisis es destacar, poner en valor y contextualizar el *corpus* decorativo de los astrolabios andalusíes y de los reinos cristianos hispanos que se incluyen en el catálogo del capítulo 10 y que los confirman como objetos suntuarios e instrumentos astronómicos.

Sin querer perpetuar ni resucitar el método formalista a la hora de abordar la dimensión artística de los astrolabios, no se puede soslayar la presentación y clasificación de los elementos decorativos que tienen, como objetos materiales que son, puesto que no han sido objeto de

⁴¹⁴ SALIBA (2010), p. 360.

⁴¹⁵ SALIBA (1985), p. 148.

estudio por la historia del arte hasta el momento. Una vez conocidos, ordenados y contextualizados, se podrá apuntalar sobre ellos un discurso moderno desde distintas ópticas.

La dimensión decorativa de los astrolabios medievales peninsulares, tanto de al-Andalus como de los reinos cristianos, reside en su *araña* y su *trono*. Astrolabios islámicos de otras zonas y los contruidos en la Europa cristiana a partir del siglo XV, incluyen, a veces, algunos elementos decorativos también en el *dorso*. Los astrolabios andalusíes se caracterizan por tener sus *arañas* menos ornamentadas que las de sus contemporáneos del Islam oriental que incorporan curvas entrelazadas y serpenteadas que les dotan de gran atractivo visual [ver capítulo 4, punto 4.4, Fig. 4.4.c.]. Sin embargo los astrolabios andalusíes concentran sus aspectos decorativos en las formas de los punteros estelares de la *araña* que llevan, a veces, pequeñas incrustaciones de plata que generan una elegante bicromía.⁴¹⁶

La búsqueda de estudios concretos sobre de la producción artística en al-Andalus en metal ha sido laboriosa y de algún modo decepcionante. Mi punto de partida fueron las páginas que dedica Antonio Momplet a los objetos andalusíes de metal, bajo el epígrafe “Metalistería, orfebrería y armas” en su libro sobre arte hispanomusulmán.⁴¹⁷ Momplet presenta de forma general y clara las piezas más relevantes realizadas en metal que nos han llegado, dedicando unas líneas a poner en valor la producción de astrolabios y esferas celestes, algo infrecuente en libros de alcance tan amplio. La extensa historiografía especializada en arquitectura andalusí y sus artes asociadas, como la decoración parietal, decae enormemente en extensión, que no en excelencia, al centrar la atención en los objetos suntuarios y casi desaparece al llegar al metal y aún más si el foco se pone en las aleaciones del cobre como el latón. Hay estudios realizados fuera de España pero dedicados a producciones mamelucas mayoritariamente. Aún a riesgo de haber dejado a un lado, sin intención, algún estudio relevante sobre el particular, por lo que pido disculpas anticipadas a su autor/a, los únicos dos trabajos que he podido usar como referencia para contextualizar los elementos decorativos de los astrolabios son dos tesis doctorales inéditas: la que se defendió en 1991 en la universidad Complutense de Madrid titulada “Los metales islámicos medievales en España” de Abdallah ibn Ibrahim el Omeir y la muy reciente de Francisco Hernández Sánchez “Las artes suntuarias del reino nazarí de Granada en el contexto cultural de Occidente: lujo, especificidad y éxito”, defendida en junio de 2016 en la universidad Autónoma de Madrid. La tesis de Ibrahim el Omeir está íntegramente dedicada a objetos metálicos andalusíes y responde a un modelo formalista en el que el autor cataloga 380 objetos metálicos (acetres, lámparas, cajas, candelabros, cucharas, agujas, etc.) hechos en al-Andalus. No incluye ningún astrolabio pero facilita la identificación de relaciones formales entre los punteros de las *arañas* y los elementos decorativos incorporados a todo ese elenco de objetos.

⁴¹⁶ Un estudio comparativo entre la dimensión estética de los astrolabios ayyubíes de Egipto y los nazaríes de al-Andalus en HERNÁNDEZ PÉREZ (2017c).











⁴¹⁷ MOMPLET (2004), pp. 282-288. Aprovecho la cita para agradecer y apreciar que en un manual sobre toda la producción andalusí que nos ha servido a tantos alumnos de Historia del Arte para acercarnos por primera vez a estas joyas de nuestro patrimonio, se haga mención a los astrolabios. Es algo que no he encontrado en ningún otro manual.

En cuanto a la tesis de Francisco Hernández, es una relevante aportación al conocimiento de los objetos de lujo de periodo nazarí aunque sólo un grupo de ellos sea de metal.































Tampoco ha sido exitosa la búsqueda de estudios comparativos entre las formas decorativas de los astrolabios medievales, no ya los españoles sino los de cualquier lugar. David King suele incluir comentarios relativos a las formas de los punteros o de otros elementos de los astrolabios que estudia en profundidad, pero los andalusíes y los atribuidos a reinos cristianos los agrupa en torno a la etiqueta “moorish-style”, siguiendo la estela terminológica que estableció Robert Gunther en 1932. Un poco más afinado estuvo Anthony Turner en 1985 al establecer cuatro tipologías para las *arañas* de los astrolabios con inscripciones en latín: “moorish-gothic”, “trefoil-quatrefoil”, “Y-type” y “late gothic”. Los quince astrolabios atribuidos a los reinos cristianos hispanos que se han estudiado responden a mezclas y combinaciones de elementos de las cuatro tipologías definidas por Turner.⁴¹⁸

A continuación se presentan dos tablas-resumen, la primera con los elementos decorativos de los 34 astrolabios andalusíes y la segunda de los 15 atribuidos a los reinos cristianos hispanos que se catalogan en el capítulo 10.



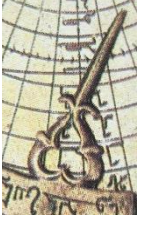






















a) Astrolabios andalusíes



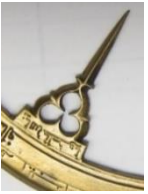











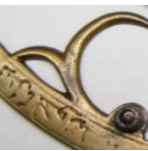











Nº	Araña e Identificación	Puntero Tipo 1	Puntero Tipo 2	Adorno Tipo 1	Adorno Tipo 2	Trono
Periodo Califal Omeya						
A1	 Astrolabio omeya en el BNF Ms Lat. 7412 ICN#4024		--	--	--	
A2	 Astrolabio anónimo omeya del British Museum ICN#110; #135			--	--	
A3	 Astrolabio de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en Edimburgo ICN#3650		--	--	--	


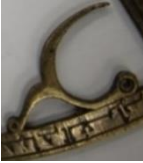

























⁴¹⁸ Imágenes de las cuatro tipologías de Turner en Turner (1985), p. 36.


















Nº	Araña e Identificación	Puntero Tipo 1	Puntero Tipo 2	Adorno Tipo 1	Adorno Tipo 2	Trono
A4	 <p>Astrolabio de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en Berlín ICN#116</p>					
Periodo Taifa						
A5	 <p>Astrolabio de Córdoba en universidad Jagiellonian Cracovia ICN#3622</p>				--	
A6	 <p>Astrolabio al-Sahlī del Museo Arqueológico Nacional ICN#117</p>				 Es un doble puntero	
A7	 <p>Astrolabio al-Sahlī del Museo Historia de la Ciencia de Oxford ICN#118</p>	 	 			
A8	 <p>Astrolabio de al-Sahlī en Observatorio Astronómico de Roma ICN#123; #1167</p>				--	

Nº	Araña e Identificación	Puntero Tipo 1	Puntero Tipo 2	Adorno Tipo 1	Adorno Tipo 2	Trono
A9	 <p>Astrolabio al-Ṣabbān del Museo de Múnich ICN#1139</p>	 	 			
A10	 <p>Astrolabio al-Naqqāš del Museo de Núremberg ICN#1099</p>		 		--	
A11	 <p>Astrolabio de Guadalajara del Mº de Hª Ciencia de Oxford ICN#2527</p>	 	 	 	 	
A12	 <p>Astrolabio de Ibrāhīm ibn al-Sahlī Museo de Kassel ICN#121</p>	 	 		--	
A13	 <p>Astrolabio ibn Sa'īd al-Sahlī Mº Historia Washington ICN#2572</p>			--	--	
Periodo almohade						
A14	Astrolabio de al-Jamā'īrī de la colección Sauvare (ICN#127). No conserva la <i>araña</i> .					No hay foto del <i>trono</i>

Nº	Araña e Identificación	Puntero Tipo 1	Puntero Tipo 2	Adorno Tipo 1	Adorno Tipo 2	Trono
A15	Azafea de al-Jamā'irī del Observatorio Astronómico de Roma (ICN#1081). No tiene <i>araña</i> porque es una azafea.					
A16	 Astrolabio de al-Jamā'irī en Mº de Fez ICN#2701				--	
A17	Azafea de al-Jamā'irī de la Biblioteca Nacional de Francia (ICN#128). No tiene <i>araña</i> porque es una azafea.					No hay foto del trono
A18	 Astrolabio de al-Jamā'irī de 1221 Mº Hª Ciencia Oxford ICN#129					
A19	 Astrolabio de al-Jamā'irī de 1224 Mº Hª Ciencia Oxford ICN#130					 
A20	Astrolabio de al-Jamā'irī en el Smithsonian de Washington (ICN#4001). No conserva la <i>araña</i> .					
A21	 Astrolabio de al-Jamā'irī en el Museo Islámico del Cairo ICN#1148				--	

Nº	Araña e Identificación	Puntero Tipo 1	Puntero Tipo 2	Adorno Tipo 1	Adorno Tipo 2	Trono
						
A22	 <p>Astrolabio de al-Jamā'irī en Chicago ICN#153</p>		 			
A23	 <p>Astrolabio almohade Museo Capodimonte ICN#3551</p>		--			
Periodo nazarí						
A24	 <p>Astrolabio de ibn Hātim en Adler Planetarium Chicago ICN#154</p>	 			--	
A25	Azafea de Ibn Huḍayl de la Real Academia de Barcelona (ICN#1071). No tiene <i>araña</i> porque es una azafea.					
A26	 <p>Astrolabio Imola M° Specola de Bolonia ICN#4184</p>		 		--	 

Nº	Araña e Identificación	Puntero Tipo 1	Puntero Tipo 2	Adorno Tipo 1	Adorno Tipo 2	Trono
A27	 <p>Astrolabio ibn Bāso de Real Acad.Historia ICN#132</p>		 			
A28	 <p>Astrolabio ibn Bāso (1) del Museo de Arte Islámico de Doha ICN#144</p>	 				
A29	 <p>Astrolabio ibn Bāso (2) del Museo de Arte Islámico de Doha ICN#1203</p>		--	--	--	
A30	 <p>Astrolabio nazarí del Technisches Museum de Viena ICN#1100</p>	 	 		--	
A31	 <p>Astrolabio al-Raqqām Real Acad. Historia ICN#136</p>				--	












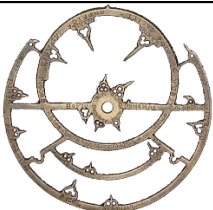














Nº	Araña e Identificación	Puntero Tipo 1	Puntero Tipo 2	Adorno Tipo 1	Adorno Tipo 2	Trono
A32	 Astrolabio al-Šaraḩī Mº Marítim Estocolmo ICN#1161					
A33	 Astrolabio Ibn Faraḩ del Museo Capodimonte ICN#3552				--	
A34	 Astrolabio de ibn Zāwal Mº Arqueológ. Granada ICN#4217					







Sin entrar en el detalle de analizar los distintos tipos de punteros y adornos, que se hará más adelante, hay tres conclusiones que se pueden extraer de la tabla anterior:


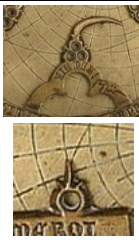




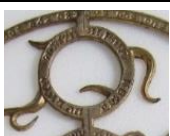
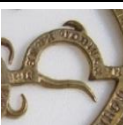





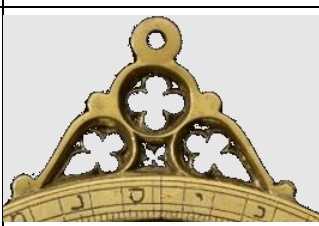
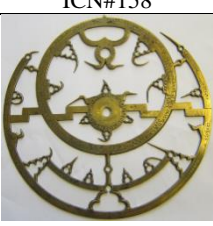




1. Aunque los astrolabios más tempranos resuelven la provisión de punteros estelares con uno o dos tipos, según va avanzando el tiempo las *arañas* se dotan de punteros más variados en su forma, aunque similares entre sí.
2. Predominan los punteros de tipo geométrico.
3. Desde final del periodo califal en adelante, los astrolabios andalusíes incluyen un adorno mayoritariamente de forma circular que cobija el puntero de la estrella Sirio (ver columna identificada como “adorno tipo 1”). Este adorno cumple una función estructural pues sirve para enlazar la banda ecuatorial con la exterior de Capricornio contribuyendo a la simetría de la parte inferior de la *araña*, pero no es en absoluto esencial y se configura como un adorno distintivo de los astrolabios andalusíes que estará presente también, a partir del siglo XII, en los astrolabios de los reinos cristianos hispanos. El hecho de que cobije el puntero de la estrella Sirio, la más brillante del cielo y asociada con Allah en el Corán, invita a dotar al adorno de un sentido simbólico. Sólo hay dos *arañas* que carecen de él (A13 y A29) pero en ambos casos se trata, con casi

seguridad, de *arañas* que no fueron las originales, que responden a diseños retardatarios y ambas están retalladas, una en hebreo y la otra en latín (ver fichas A13 y A29 para detalles y razones).

b) Astrolabios de los reinos cristianos hispanos

Nº	Araña e Identificación	Puntero Tipo 1	Puntero Tipo 2	Adorno Tipo 1	Adorno Tipo 2	Trono
Años ca. 1000						
C1	 Astrolabio Destombes ICN#3042		--	--	--	
Años ca. 1000-1100						
C2	 Astrolabio de climas Mº Hº Ciencia Oxford ICN#166	 	 			
C3	 Astrolabio pequeño Mº Hº Ciencia de Oxford ICN#300		 		--	
C4	 Astrolabio hispano de climas British Museum ICN#161			--	--	
Años ca. 1100-1200						
C5	 Astrolabio Mº Marítim Greenwich ICN#420				--	

Nº	Araña e Identificación	Puntero Tipo 1	Puntero Tipo 2	Adorno Tipo 1	Adorno Tipo 2	Trono
C6	 Astrolabio Zaragoza Mº Hª Ciencia Oxford ICN#191	 	 			
C7	 Astrolabio Caird Mº Marítimo Greenwich ICN#428					
Años ca.1200-1300						
C8	 Astrolabio valenciano Mº Marítim Greenwich ICN#416					
C9	 Astrolabio Hebreo Nasser Khalili ICN#3915					
C10	 Astrolabio Sociedad Anticuarios de Londres ICN#162					
Años ca.1300-1450						
C11	 Astrolabio tetralóbulo Mº Hª Ciencia Oxford		 	 		

Nº	Araña e Identificación	Puntero Tipo 1	Puntero Tipo 2	Adorno Tipo 1	Adorno Tipo 2	Trono
C12	 Astrolabio hispano del Mº Aga Khan Toronto ICN#4560				--	
C13	 Astrolabio de Petrus Raimundi de Barcelona ICN#3053		--			
C14	 Astrolabio Hebreo del British Museum ICN#158				--	
C15	 Astrolabio aves leones Mº Hº Ciencia Oxford ICN#2041				--	

Sin entrar en el detalle de analizar los distintos tipos de punteros y adornos, que se hará más adelante, hay tres conclusiones que se pueden extraer de la tabla anterior:

1. Estos astrolabios son mucho más heterogéneos que los andalusíes tanto en sus *arañas* como en sus *tronos* por lo cual es difícil identificar similitudes entre ellos.
2. Predominan los punteros de tipo geométrico como ocurre con los andalusíes.
3. La *araña* del astrolabio C6 parece ser una copia de la del andalusí A12. Este tema se tratará más adelante.

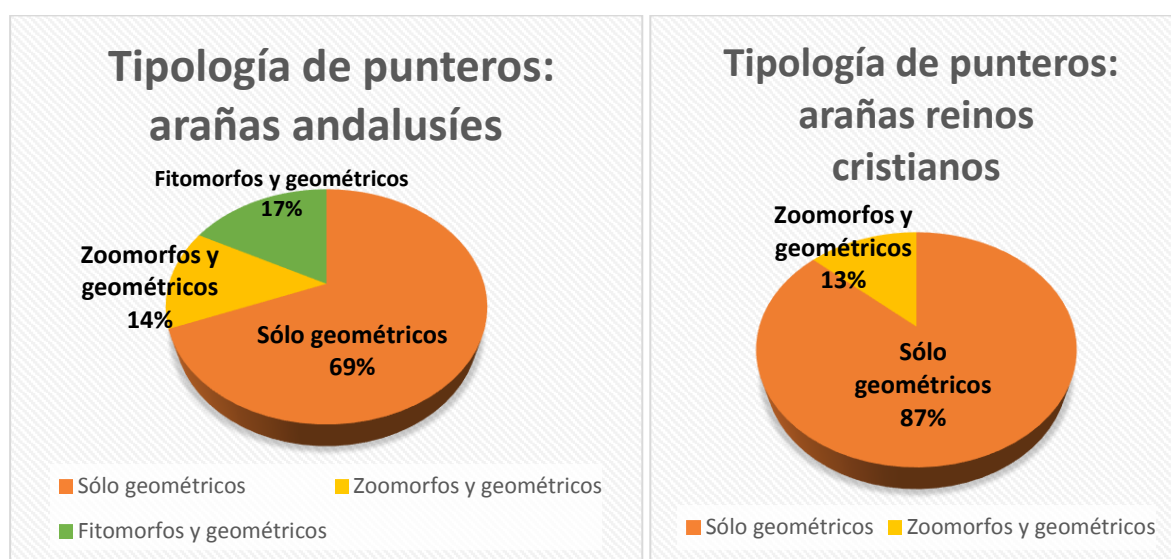
7.1.1.- Los punteros de las *arañas*

Los astrolabios islámicos más antiguos que nos han llegado (ver capítulo 4, punto 4.4) tienen sus punteros muy sencillos, en forma de punta de flecha como debieron ser los astrolabios

helenísticos. Esa misma tipología es la que presentan los astrolabios andalusíes de periodo califal omeya (A1 a A4) y el astrolabio latino más antiguo, el Destombes (C1).

De los astrolabios que nos han llegado, es el firmado por al-Juʿyandī en Bagdad en el año 984 [Fig. 4.4.c (izda)] el primero en romper esos primeros diseños “espartanos”, variando la forma de los punteros (los hay geométricos y zoomorfos) e incorporando elementos decorativos (acorazonados y tetralobulados) sin otro objetivo que el de embellecer la pieza y, en algunos casos, contribuir a su solidez estructural. El astrolabio de al-Juʿyandī inició la exitosa campaña por la conquista del decorativismo que lideró el Islam oriental y en la que al-Andalus y los reinos cristianos hispanos medievales jugaron el papel de preservar cierta severidad en el diseño apostando, eso sí, por la simetría y la delicadeza en la ejecución, como se hace patente en las imágenes de las *arañas* mostradas en las tablas del punto 7.1. En cada una de las fichas del catálogo del capítulo 10 se hace un análisis detallado de la dimensión decorativa de cada *araña* de astrolabio, incidiendo, tanto en el grado de simetría, que es normalmente una pseudo-simetría muy bien gestionada, como en los detalles formales de los punteros.

Los tres tipos generales de punteros de los astrolabios bajo estudio son: geométricos, zoomorfos y fitomorfos. Se distribuyen de la siguiente manera:



Por tanto, la opción mayoritaria en ambos casos es la de punteros de formas geométricas, tanto en la producción andalusí como en la atribuida a los reinos cristianos hispanos. No debe extrañar ese hecho, pues la decoración geométrica es la preferida por los artífices islámicos, tanto para objetos de metal como para cualquier otro material y esa opción se traslada a los astrolabios de los reinos cristianos que toman los andalusíes como referente.

En el caso de los punteros zoomorfos todos tienen forma de ave (en al-Andalus y en los reinos cristianos) y los fitomorfos representan palmetas simples y dobles de un modo muy esquemático en cuatro *arañas* nazaríes y capullos de flor en un astrolabio taifa.









Es relevante resaltar que la gran mayoría de los punteros presentan orificios en su base susceptibles de haber llevado alojadas incrustaciones de plata. El hecho de que se hayan conservado estas pequeñísimas esferas de plata, provistas de un vástago del mismo material o



de otro, como el cobre, para introducirse en el orificio o los orificios de la base del puntero, permite suponer que era una práctica frecuente. En las fichas del catálogo (capítulo 10) se indica si se conservan o no algunas de las incrustaciones de plata y se muestran imágenes de las mismas.

7.1.1.1.- Punteros de forma geométrica

De los 34 astrolabios andalusíes catalogados, 29 tienen *araña* (se excluyen las tres azafeas y los dos astrolabios que las han perdido) y de ellos tienen exclusivamente punteros geométricos un total de 21: los cuatro califales (A1 a A4), cinco de los nueve taifas (A8 y A10 a A13), los siete almohades (A16 a A23) y cinco de los diez nazaríes (A29 y A31 a A34). En el caso de los astrolabios de los reinos cristianos hispanos, tienen exclusivamente punteros geométricos trece de los quince (todos excepto C10 y C15 que tienen algunos punteros zoomorfos).

En la siguiente tabla se codifican las tipologías de punteros geométricos que aparecen en los astrolabios catalogados. Los astrolabios con punteros zoomorfos y fitomorfos también suelen tener punteros geométricos.

Tipo	Imagen	Descripción	Astrolabios andalusíes que lo incorporan	Astrolabios de los reinos cristianos que lo incorporan
PG1		Punta recta o levemente curvada sobre base poligonal (rectángulo, trapecio o triángulo) o bilobulada, maciza o perforada con uno, dos o más orificios o pequeñas cavidades	A1, A2, A3, A4, A9, A10, A12, A13, A29, A30, A32, A34	C1, C2, C3, C5, C9
PG2		Punta recta sobre base bulbosa con uno, dos o más orificios	A7, A8, A9, A10, A11, A12, A16, A18, A19, A21, A22, A23, A26, A30, A31, A33, A34	C3, C6, C7, C12, C14, C15
PG3		Punta recta o levemente curvada sobre base trilobulada abierta o cerrada	A7, A16, A18, A19, A21, A22, A28, A31, A34	C7, C9, C12, C14
PG4		Doble puntero de forma acorazonada hueca sobre forma triangular hueca	A6	--
PG5		Puntero en arco apuntado lobulado	A12	C6
PG6		Puntero lanceolado con uno o los dos bordes lobulados	--	C2
PG7		Punta recta o levemente curvada sin base	--	C2, C5, C6, C7, C8, C11
PG8		Punta recta sobre base multilobulada maciza	--	C4

Tipo	Imagen	Descripción	Astrolabios andalusíes que lo incorporan	Astrolabios de los reinos cristianos que lo incorporan
PG9		Flama serpenteante, sin base, sobre base bilobulada o multilobulada, con o sin orificios	--	C8, C10, C11, C13
PG10		Punta recta o levemente curvada sobre forma polilobulada hueca	--	C15

Como puede observarse, hay más homogeneidad en la tipología de los punteros de las *arañas* de los astrolabios andalusíes que en los atribuidos a reinos cristianos que, en muchos casos, presentan tipologías similares a las andalusíes.



Fig. 7.1.a. Arcos lobulados en la cara frontal de la Pila de Almanzor. 377H/987-988. Mármol. Museo Arqueológico Nacional (nº inv. 50428)

Los elegantes punteros en forma de flama serpenteante que incorporan algunos astrolabios latinos, los bajomedievales, no vienen de la tradición andalusí sino de la producción europea que los puso de moda en los siglos XIV al XVI. Ejemplo de astrolabios con este tipo de punteros son los del francés Jean Fusoris del que se ha hablado ya.

Los punteros en forma de arco lobulado tienen su referente en las formas lobuladas presentes en la decoración andalusí, tanto en

la arquitectónica, como las series de arquillos ciegos trebolados presentes en la fachada y el interior del *mihrab* de la mezquita de Córdoba, como en objetos realizados en metal o en otros materiales, como la Pila de Almanzor realizada en mármol el año 377H/987-988 [Fig. 7.1.a].⁴¹⁹

7.1.1.2.- Punteros zoomorfos

Los punteros zoomorfos aparecen de forma frecuente en los astrolabios que nos han llegado realizados en Siria, Irán e India y normalmente el animal elegido para cada puntero tiene relación con el nombre de la estrella que representa.⁴²⁰

La presencia de punteros zoomorfos en los astrolabios andalusíes y de los reinos cristianos hispanos es meramente testimonial, sólo cuatro astrolabios andalusíes y dos de los reinos cristianos tienen algún puntero zoomorfo, todos con forma de ave y en este caso no siempre hay relación entre la forma del puntero y que el nombre de la estrella tenga que ver con aves.⁴²¹

⁴¹⁹ IBRAHIM (1991), pp. 624-625. De los objetos metálicos que cataloga indica que están decorados con arcos lobulados un candel, un mortero, dos estribos y dos incensarios; Sobre los arcos trebolados de la mezquita de Córdoba ver MOMPLET (2004), pp. 48 y 50.





⁴²⁰ KING (2005a), p. 41.

⁴²¹ GINGERICH (1987b). El interesante estudio de Owen Gingerich sobre punteros zoomorfos en astrolabios islámicos y europeos no incluye, lamentablemente, ninguna mención ni a los andalusíes ni a los atribuidos a los

Es remarcable que el astrolabio taifa conservado en el Museo Arqueológico Nacional (ficha A6) tenga todos sus punteros zoomorfos pues eso no se ha encontrado en ningún otro astrolabio medieval, de ningún lugar. Es cierto que las representaciones de aves de nuestros astrolabios catalogados no son naturalistas sino muy sintéticas, a modo de siluetas y sin incluir toda la anatomía del animal, centrando la atención en el pico, la cabeza y el ojo del ave.

En el caso del puntero en forma de cabeza de gallo del astrolabio latino conservado en la Sociedad de Anticuarios de Londres (ficha C10), se marca muy claramente la cresta identificativa de ese ave. El puntero señala la estrella Vega de la constelación de Lira, cuyo nombre en árabe es *al-nasr al-wāqi* (el águila que cae). El nombre tiene que ver con un ave pero no con un gallo.

En la siguiente tabla se codifican las tipologías de punteros zoomorfos que aparecen en los astrolabios catalogados.

Tipo	Imagen	Descripción	Astrolabios andalusíes que lo incorporan	Astrolabios de los reinos cristianos que lo incorporan
Z1		Punta recta entre dos cabezas de ave adosadas y con sus cuerpos filiformes conectados	A6, A7, A9	--
Z2		Punta recta sobre cabeza y cuerpo de ave, sólido o perforado	A6, A7, A30	--
Z3		Pico y cabeza de ave sobre cuerpo filiforme	A6, A30	C15
Z4		Cabeza de gallo con cresta	--	C10

Hay un buen número de animales, en concreto mamíferos y aves, que se representan en la decoración de objetos andalusíes de marfil, cerámica y metal, además de los textiles. Suelen ser animales reales, presentes en los territorios peninsulares en el periodo medieval, como leones, ciervos, palomas, perdices, águilas, abubillas o pavos reales como los representados en la talla sobre marfil de la arqueta taifa que formaba parte del tesoro de la catedral de Palencia que es contemporánea de los astrolabios taifas que incorporan aves en sus punteros [Fig.7.1.b].

El reducido tamaño de los punteros estelares de las *arañas* y el elevado nivel de esquematismo en la representación del ave no permite identificarla concretamente, excepto en el caso del gallo con su cresta (ficha C10), pero bien podrían ser palomas, pavos o grullas.

reinos hispanos. En el caso de los islámicos sólo se refiere a los ayubíes de ‘Abd al-Karīm al-Miṣrī y al-Sahl al-Nīsābūrī y de los europeos sólo estudia los ingleses para ponerlos en relación con el tratado de Chaucer.

7.1.1.3.- Punteros de formas vegetales

Así como los punteros zoomorfos aparecen en un buen número de astrolabios islámicos orientales, lo mismo ocurre con los punteros con formas florales que son frecuentes en *arañas* de astrolabios de Egipto, Siria, Irán e India.⁴²² Son sólo cinco los astrolabios andalusíes que tienen alguno o todos sus punteros fitomorfos y no hay ninguno entre los atribuidos a reinos




Fig. 7.1.b. Detalle de aves adosadas en torno a un elemento vegetal en el lateral de la Arqueta de Palencia. 441H/1049-1050. Marfil. Museo Arqueológico Nacional (nº inv. 57371)

cristianos hispanos. De nuevo nos encontramos con una presencia testimonial de las plantas como elementos decorativos en las *arañas* de nuestros astrolabios medievales.

Las referencias a temas vegetales son abundantes en las aleyas coránicas y toda la decoración andalusí, tanto la parietal como la de los objetos suntuarios, incluidos textiles, presentan abundante decoración

vegetal, individualizada, combinada en series repetidas y entrelazada con otros elementos. Sorprende más, por tanto, su escasa presencia en los punteros estelares de los astrolabios porque hubiera sido perfectamente viable incorporarlas, como se demuestra en los que sí las tienen. Cuatro de los cinco astrolabios andalusíes con punteros fitomorfos han optado por representar “palmetas” según la terminología utilizada por Ibrahim al Omeir en su referida tesis doctoral sobre los metales en al-Andalus. La palmeta es uno de los elementos vegetales más frecuentes, pero son palmetas muy esquemáticas, con un alto grado de abstracción, no son carnosas ni digitadas.⁴²³ Hay palmetas simples y dobles y estas últimas aparecen también emparejadas formando una especie de flor.⁴²⁴



En la siguiente tabla se codifican las tipologías de punteros fitomorfos que aparecen en los astrolabios catalogados.

Tipo	Imagen	Descripción	Astrolabios andalusíes que lo incorporan
F1		Punta recta o levemente curvada sobre base en forma de capullo de flor	A5

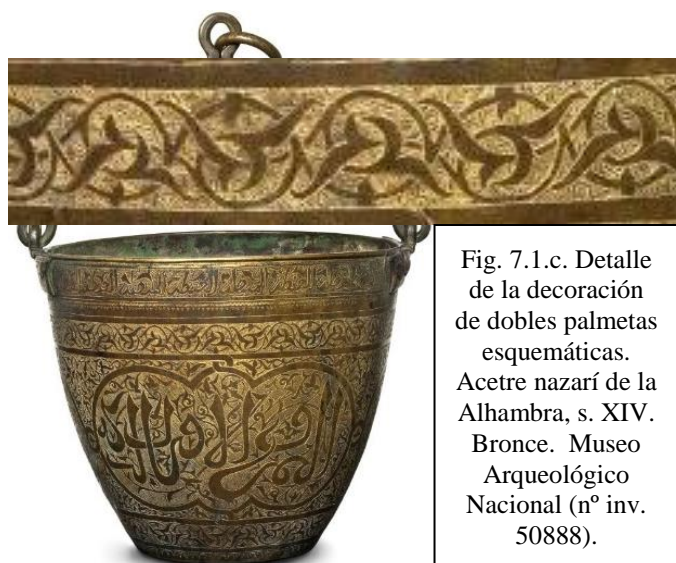
⁴²² KING (2005a), p. 41.

⁴²³ PAVÓN (1981), p. 29 y Tabla III, nº 24. Entre todas las palmetas dobles emparejadas que dibuja Pavón Maldonado en su libro, la más similar por su esquematismo es la que Pavón ubica en la Torre Machuca de la Alhambra.

⁴²⁴ IBRAHIM (1991), p. 579. El emparejamiento de palmetas destaca en el periodo almohade, aunque el origen es omeya oriental, pervive en el periodo nazarí y continúa en el s. XVI.

Tipo	Imagen	Descripción	Astrolabios andalusíes que lo incorporan
F2		Puntero en doble palmeta lisa, con un pétalo libre para marcar la posición de la estrella y el otro fijado a la estructura de la <i>araña</i>	A24, A26, A27, A28
F3		Puntero en palmeta simple, de base circular	A24, A27, A28

Este modo sintético de representar las palmetas es frecuente en el trabajo sobre metal y buenos ejemplos son la decoración de las dos aldabas almohades de la puerta del Perdón de la



catedral de Sevilla, la de la lámpara de bronce de la mezquita de la Alhambra de 1305 conservada en el Museo Arqueológico Nacional (nº inv. 50519) y, aún más similar, la banda de dobles palmetas y roleos que decora el acetre nazarí de la Alhambra que se conserva también en el MAN (nº inv. 50888).⁴²⁵ Estas palmetas son hermanas de las que se encuentran en los astrolabios (A24 y A26 a A28), que, recordemos, también son nazaríes [Fig. 7.1.c].

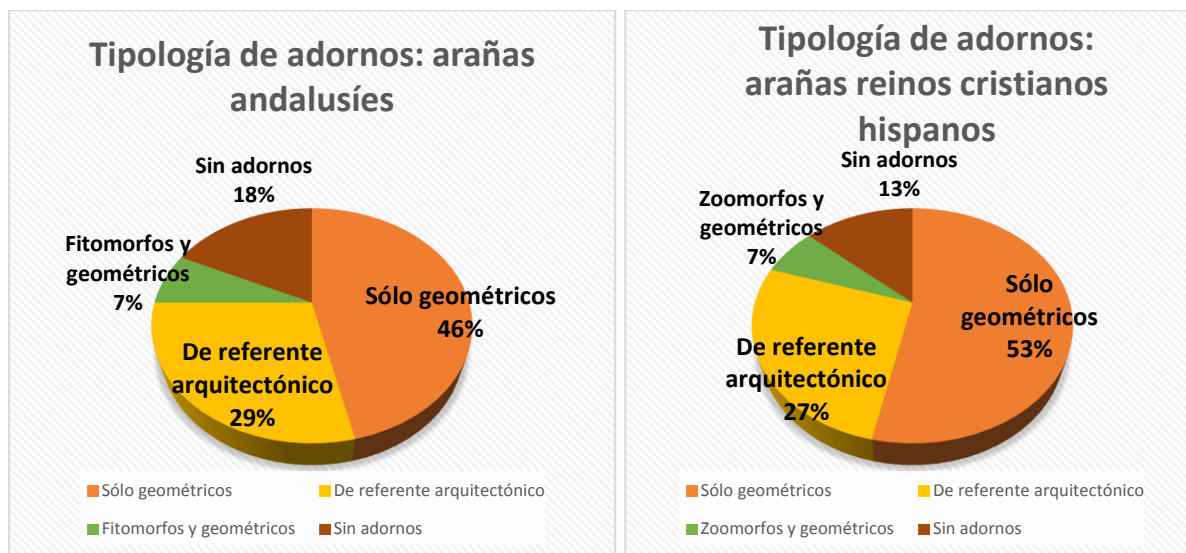
7.1.2.- Los adornos en la *araña*

Revisados ya los punteros estelares de las *arañas* de los astrolabios catalogados, se abordan los adornos que, al no tener ninguna función para el uso del astrolabio, salvo, en algunos casos, la de contribuir a la solidez estructural de la *araña*, se configuran como depositarios de los objetivos estéticos de sus diseñadores.

Desde el punto de vista tipológico, los adornos que incorporan los astrolabios catalogados se pueden clasificar en geométricos, de referente arquitectónico, zoomorfos y fitomorfos. Básicamente los adornos que recuerdan elementos arquitectónicos son estructuralmente geométricos pero se desglosan de los demás porque debió haber una intención concreta al diseñarlos así. Sólo hay un astrolabio de todo el catálogo con un adorno de tipo zoomorfo y dos con adornos fitomorfos.

Los cuatro tipos generales de adornos se distribuyen así:

⁴²⁵ MOMPLET (2004), p. 286. La Puerta del Perdón de la catedral de Sevilla conserva las puertas de madera chapadas con placas de bronce de la mezquita almohade de Sevilla, con sus dos aldabas que son una obra maestra de la técnica del cincelado, muy por encima de las copias mudéjares de la mezquita de Córdoba y de las de la mezquita de al-Qarawiyyīn de Fez.





Como puede observarse la distribución tipológica es muy similar en el grupo de astrolabios andalusíes y el de los reinos cristianos hispanos, evidenciando, de nuevo que los dos conjuntos se miraron mutuamente. A continuación se analizan en detalle cada uno de los tipos generales.

7.1.2.1.- Adornos de forma geométrica

El adorno geométrico más frecuente es un círculo ubicado en un lugar preferencial en la *araña* del astrolabio, su parte inferior central, sirviendo de conexión a dos bandas estructurales, la ecuatorial y la de Capricornio (ver imágenes de todas las *arañas* en la tabla del punto 7.1). Este círculo que aparece ya en la *araña* de uno de los astrolabios omeyas de principios del siglo XI (ficha A4) y llega hasta el último astrolabio nazarí y de los reinos cristianos el siglo XV, es otro de los elementos identificativos de la producción de astrolabios de la península Ibérica. En algunos casos es sustituido por un arco lobulado o mixtilíneo que cumple la misma función de conexión dotando a toda la *araña* de una belleza singular.

En la siguiente tabla se codifican las tipologías de adornos geométricos que aparecen en los astrolabios catalogados.

Tipo	Imagen	Descripción	Astrolabios andalusíes que lo incorporan	Astrolabios de los reinos cristianos que lo incorporan
AG1		Círculo que cobija el puntero de la estrella Sirio. Otros círculos y semicírculos ubicados en otros lugares.	A4, A8, A9, A11, A16, A18, A19, A21, A22, A23, A26, A27, A28, A30, A31, A32, A33, A34	C5, C8, C9, C12, C13
AG2		Tetrafolio	A24	C10, C11
AG3		Trifolio	--	C11, C14

Tipo	Imagen	Descripción	Astrolabios andalusíes que lo incorporan	Astrolabios de los reinos cristianos que lo incorporan
AG4		V generada por dos segmentos levemente curvos e inserta en la parte superior de la eclíptica	--	C8
AG5		Forma geométrica mixtilínea poligonal y con un trifolio/tetrafolio, inserta en la parte superior de la eclíptica	--	C9, C10

Como ya se ha indicado, el círculo es el adorno geométrico más frecuente y, aunque puede aparecer esporádicamente en otras posiciones, la habitual es la parte central inferior de la *araña*, acogiendo en su interior un puntero muy especial: el que indica la posición de la estrella Sirio, la estrella más brillante del cielo y un referente astronómico y cultural desde las primeras civilizaciones.⁴²⁶ En el mundo islámico esta estrella tiene una significación especial pues la sura 53 del Corán titulada “La estrella” dice en su aleya 49 que Allah es el “Señor de Sirio”. El puntero de esta estrella es el único que aparece “cobijado” dentro de un círculo, la figura geométrica perfecta, una línea sin principio ni fin con todos sus puntos equidistantes del centro. No se ha encontrado hasta el momento ningún texto islámico que desvele si hubo una intención simbólica a la hora de incorporar este círculo en esa posición, pero a priori, no se debe descartar la posibilidad.

A mucha distancia en número se encuentra el tetrafolio, presente en un astrolabio nazarí (A24) y en dos de los reinos cristianos hispanos (C10 y C11). La historiografía consideró hasta finales del siglo XX que los trifolios y tetrafolios eran adornos de referente “gótico” y eso justificaba su presencia en los astrolabios de grafía latina bajomedievales y renacentistas. Para explicar que también aparecieran en astrolabios con grafía árabe se apelaba a la transferencia de elementos decorativos entre al-Andalus y los reinos cristianos hispanos, relación transcultural que no se pone en duda. La publicación por David King del ya mencionado astrolabio firmado por al-Juʿyandī en Bagdad en 374H/984-85, que tiene un tetrafolio en su *araña*, matizó el discurso.⁴²⁷ Los tetrafolios aparecen en mosaicos y otras superficies decorativas en el arte bizantino y que por eso se incorporaron a las *arañas* de astrolabio en el Islam oriental desde el siglo X.

La historiografía del arte considera al tetrafolio como un derivado de la cruz griega con los extremos de sus cuatro brazos redondeados y le otorgan ese simbolismo religioso desde sus orígenes bizantinos hasta su inclusión en el repertorio del arte gótico. Lo cierto es que la presencia del tetrafolio en el arte bizantino es escasa y en opinión de King parece adscribirse más a las decoraciones vegetales (trébol de cuatro hojas, flores tetrapétalas,...) que al

⁴²⁶ BENNET (1987), p. 8. En Egipto, la primera aparición de Sirio marcaba el inicio de las inundaciones del Nilo.

⁴²⁷ KING (2005h), pp. 503-517. Estudio completo del astrolabio de al-Juʿyandī conservado en el Museo de Arte Islámico de Doha (Qatar), n° inv. SI.5.1999.

simbolismo cristiano de la cruz y eso explica, en su opinión, por qué se incorporó a las primeras *arañas* islámicas con decoración fitomorfa y zoomorfa, además de geométrica.⁴²⁸

Es escaso el número de astrolabios islámicos que incorporan tetrafolios, frente a los realizados en reinos cristianos. David King ha identificado sólo cinco de periodo medieval, uno

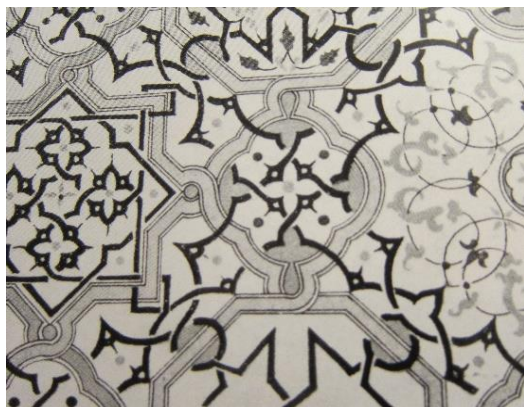


Fig. 7.1.d. Zócalo pintado del Peinador Bajo de la Alhambra con tetrafolios acoplados entre estrellas de 8 puntas y octógonos (s. XIV).

de ellos el astrolabio nazarí que firmó Muḥammad ibn Yūsuf ibn Ḥātim en 638H/1240-1241 (ficha A24) y otros tres dotados de *arañas* que copian, con mayor o menor fortuna, la del astrolabio de al-Juʿyandī del siglo X [Fig. 4.4.c].⁴²⁹ Hay presencia de tetrafolios en decoración de yeserías o azulejos en el arte andalusí aunque no es el elemento más frecuente si se compara con las formas estrelladas o los entrelazos. Pavón Maldonado tipifica los tetrafolios en su análisis formal de la decoración geométrica en el arte andalusí y encuentra este elemento en algunas decoraciones, desde el periodo omeya (un friso en

pedra arenisca conservado en Madīnat al-Zahraʾ) hasta el nazarí (zócalo pintado del Peinador Bajo de la Alhambra) [Fig. 7.1.d].⁴³⁰

En cuanto a los astrolabios de grafía latina o hebrea, con fecha atribuida anterior al año 1500, identifica un total de 32 que incorporan tetrafolios o trifolios. La mayoría son de taller francés o inglés y, ocasionalmente, italiano o alemán.⁴³¹ Como se recoge en la tabla, son dos los astrolabios atribuidos a reinos hispanos cristianos que incorporan tetrafolios (C10, C11) y el número sube a tres si se añaden los que tienen trifolios (C14).

El trifolio se desplegó en el repertorio de los adornos de los astrolabios latinos y hebreos de la mano del tetrafolio, pero es una forma que estuvo presente en las bases de algunos de los punteros de esas *arañas*. En el caso de los astrolabios andalusíes, no nos ha llegado ningún astrolabio con adornos en forma de trifolio aunque es una de las formas más usadas en las bases de los punteros como ya se ha indicado en el punto 7.1.1.1.

El elemento decorativo en forma de V generada por dos segmentos levemente curvos e inscrito en la parte superior de la eclíptica, aparece en la ilustración de la *araña* del tratado del astrolabio de Geoffrey Chaucer de 1391 (ver capítulo 8, punto 8.1.2, Fig. 8.1.2.b) y, por esa razón, la historiografía había atribuido a taller inglés a todos los astrolabios que incorporan ese elemento decorativo. El estudio filológico del astrolabio del catálogo identificado como C8 realizado por Kurt Maier en 1994 le permitieron reconocer, en algunas de sus inscripciones, la variante valenciana del catalán medieval y a partir de ese momento se considera que esta forma

⁴²⁸ KING (2005e), pp. 971-972.

⁴²⁹ KING (2005e), pp. 973-981.

⁴³⁰ PAVÓN (1989), pp. 369-372, fig. 98 y lámina CLXXXIVa.

⁴³¹ KING (2005e), pp. 981-986; KING (2011a), pp. 5-6.



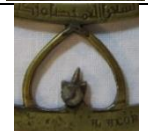
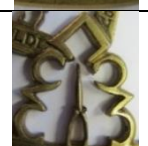
decorativa se originó en el reino de Aragón, en lo que hoy es Cataluña, en torno al año 1300.⁴³² Cuando esta forma en V coincide con otras características recogidas en el tratado de Chaucer como el puntero en forma de cabeza de perro para la estrella Sirio, entonces sí se justifica una atribución a taller inglés.

En cuanto al adorno consistente en una forma mixtilínea inscrita en la parte superior de la eclíptica y compuesta por una serie de segmentos, un trifolio (en el astrolabio C9) y un tetrafolio (en el C10), David King lo considera de origen islámico con referentes bizantinos, en la misma tradición que el astrolabio de al-Juʿyandī del siglo X [Fig. 4.4.c].⁴³³

7.1.2.2.- Adornos de formas arquitectónicas

La presencia de adornos de referente arquitectónico, consistente básicamente en distintos tipos de arcos, en las *arañas* de los astrolabios andalusíes es otra de sus señas de identidad y como tal trasladada a la producción de los reinos cristianos hispanos. El lugar de ubicación más habitual de estos arcos es la posición central inferior de la *araña* cobijando al puntero de la estrella Sirio, es decir, la zona que en el resto de astrolabios ocupa el círculo estudiado en el punto anterior. En pocas palabras, la estrella Sirio está protegida y resaltada por un círculo o por un arco.

En la siguiente tabla se codifican varias de las tipologías de adornos geométricos que aparecen en los astrolabios catalogados.

Tipo	Imagen	Descripción	Astrolabios andalusíes que lo incorporan	Astrolabios de los reinos cristianos que lo incorporan
AA1		Arco lobulado sobre soportes	A7, A9, A10, A12, A18 / A19 ⁴³⁴	C6, C10, C15
AA2		Arco en mitra con arranques serpenteantes y sin soportes	A6	--
AA3		Arco túbido (de herradura apuntado) sin soportes	A5	--
AA4		Arco mixtilíneo	A11	C7

El primer resultado que visibiliza la tabla es que son los astrolabios taifas los que apuestan por esta decoración de referente arquitectónico y, aunque el círculo está presente desde el periodo omeya, se convierte en la forma decorativa casi exclusiva desde el periodo almohade y

⁴³² KING (2004), p. 171.

⁴³³ KING (2005e), pp. 981-982.

⁴³⁴ Incorporan ambos medio arco lobulado que corona una forma rectangular que recuerda una torre.

en concreto desde la enorme producción de astrolabios de Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en el siglo XIII.

La historiografía ha identificado estos arcos que cobijan el puntero de Sirio con el arco del *mihrab* de una mezquita y esta identificación resulta sugerente porque completaría el simbolismo que ya posee la estrella Sirio. El problema es que los arcos de los *mihrab* andalusíes que nos han llegado, tienen forma de arcos de herradura y no coinciden con ninguna de las tipologías que encontramos en estos adornos de las *arañas* de los astrolabios andalusíes.⁴³⁵ Si se hubiera querido representar un *mihrab* se habría elegido un arco de herradura y no es así en ninguno de los casos. Parece más plausible que se quisiera embellecer la *araña* con los arcos que adornaban los palacios taifas, como el de la Aljafería, donde encontramos un variado repertorio de arcos lobulados y mixtilíneos [Fig. 7.1.e]. La producción taifa de astrolabios se asocia con el mecenazgo palatino mientras que en periodos posteriores adquiere preponderancia la promoción vinculada a las mezquitas y los centros de enseñanza. Es sugerente pensar que estos arcos que decoran las *arañas* de los astrolabios taifas recordaban a sus poseedores sus propios espacios palaciegos y les invitaban a adentrarse en sus misterios.

Los astrolabios de manufactura cristiana no hacen sino apropiarse de estos elementos decorativos sugerentes e identificarse con ellos como lo hacían con la arquitectura andalusí, con los objetos de marfil o con los textiles. Alguno casos de especial belleza como la serie de cinco arcos lobulados que decoran toda la parte inferior de la *araña* del astrolabio conservado en la Sociedad de Anticuarios de Londres (ver ficha C10) remiten a las arquerías de claustros como el del monasterio de

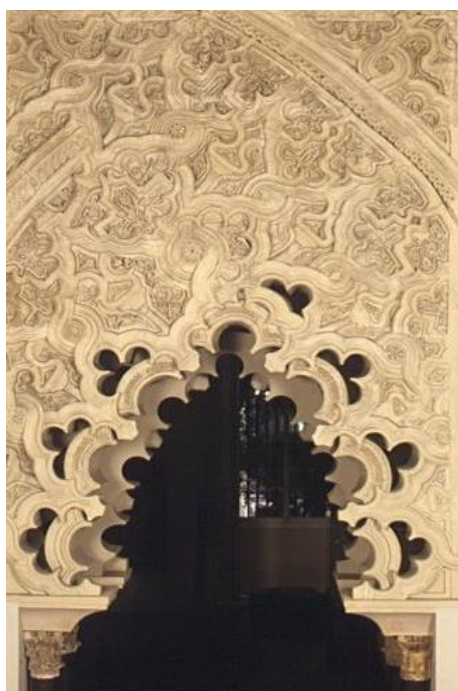


Fig. 7.1.e. Arco de la Aljafería (Zaragoza), ca. 1075. Museo Arqueológico Nacional (nº inv. 50415, en depósito en palacio Aljafería).





Fig. 7.1.f. Arcos lobulados del claustro del monasterio de Sant Pau del Camp de Barcelona (s. XIII). (Dcha abajo) Serie de 5 arcos lobulados de la *araña* del astrolabio de la Sociedad de Anticuarios de Londres (ficha C10), ca. 1250-1350.

⁴³⁵ CALVO CAPILLA (2011a), pp. 81-82. A pesar de la variada tipología de arcos presentes en la arquitectura andalusí, los arcos de acceso al *mihrab* son de herradura como evocación de la tradición omeya y los modelos clásicos.

Sant Pau del Camp de Barcelona del siglo XIII [Fig. 7.1.f].

7.1.2.3.- Adornos fitomorfos y zoomorfos

La presencia de adornos fitomorfos y zoomorfos es testimonial en los astrolabios analizados. En la tabla se recogen las tipologías presentes:

Tipo	Imagen	Descripción	Astrolabios andalusíes que lo incorporan	Astrolabios de los reinos cristianos que lo incorporan
AF1		Emparejamiento de dos palmetas dobles	A27, A28	---
AZ1		Cabeza de dragón en el extremo del anillo de Capricornio (anillo exterior) de la <i>araña</i>	---	C11

Los dos astrolabios nazaríes que incorporan el elemento decorativo de las dobles palmetas emparejadas tienen todos sus punteros en forma de palmetas dobles o simples (ver punto 7.1.1.3) y por tanto el adorno responde a la misma estética.

La presencia de una cabeza de dragón en uno de los extremos del anillo de Capricornio complementada por un puntero en forma de flama serpenteante ubicado en el otro extremo remite de nuevo a la ilustración del tratado del astrolabio de Geoffrey Chaucer [Fig. 8.1.2.b]. Los argumentos esgrimidos en el otro tipo de adorno que aparece en la obra de Chaucer, el que tiene forma de V, son aplicables a este caso también.⁴³⁶ La cabeza y la cola de dragón se asimilan en la literatura astronómica/astrológica medieval a los nodos ascendentes y descendentes de la luna.⁴³⁷ Esos nodos son las dos intersecciones de la órbita solar y la lunar, situadas a una distancia de 180° y tienen importancia para los eclipses porque sólo puede haber eclipse de sol cuando el sol y la luna se encuentran en el mismo nodo (eclipse total) o cerca de él (eclipse parcial). Hay eclipse de luna cuando el sol se encuentra en el nodo ascendente y la luna en el descendente o viceversa.

En otro orden de cosas, no puede descartarse que la presencia de una cabeza de dragón en la *araña* de un astrolabio esté asociada a su comitente y en ese sentido podría explorarse en un futuro si la incorporación del dragón alado (*drac penat*) a la heráldica personal del rey Pedro IV el *Ceremonioso* en 1337 puede tener alguna relación con esta presencia.⁴³⁸

7.1.3.- Un caso claro de relación: ¿original y copia?

Aunque las referencias cruzadas entre la producción de astrolabios en al-Andalus y en los reinos cristianos hispanos se hacen evidentes al observar su estructura y su *corpus* de elementos decorativos, sólo hay un caso, entre los astrolabios que nos han llegado, en que se pueda hablar

⁴³⁶ Una reflexión sobre la presencia del dragón en los astrolabios medievales en HERNÁNDEZ PÉREZ (2015).

⁴³⁷ CÁTEDRA y SAMSÓ (1983), p. 44. Es frecuente que la mitología explique los eclipses como un dragón o un demonio que se traga el sol o la luna. La iconografía medieval suele representar los nodos lunares como un dragón o serpiente cuya cabeza se encuentra en una de las intersecciones de las órbitas solar y lunar y la cola en la otra intersección.

⁴³⁸ Sobre la cimera con dragón alado del rey de Aragón ver MONTANER (1995), p. 59.

de copia de un astrolabio andalusí en uno posterior con inscripciones en latín. Se trata de las *arañas* de los astrolabios identificados como A12 y C6 [Fig. 7.1.g].

El astrolabio taifa conservado en el Museo de Tecnología de Kassel está firmado por Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī en Valencia a finales del año 478H/1086, su diámetro es de 15,9 centímetros y tiene nueve *láminas* que sirven un total de 17 latitudes (entre 0° y 72°) de las que seis corresponden a ciudades andalusíes que llevan sus nombres rotulados en ellas (ver ficha A12). No hay duda que la *araña* de este astrolabio dotada de punteros geométricos así como de

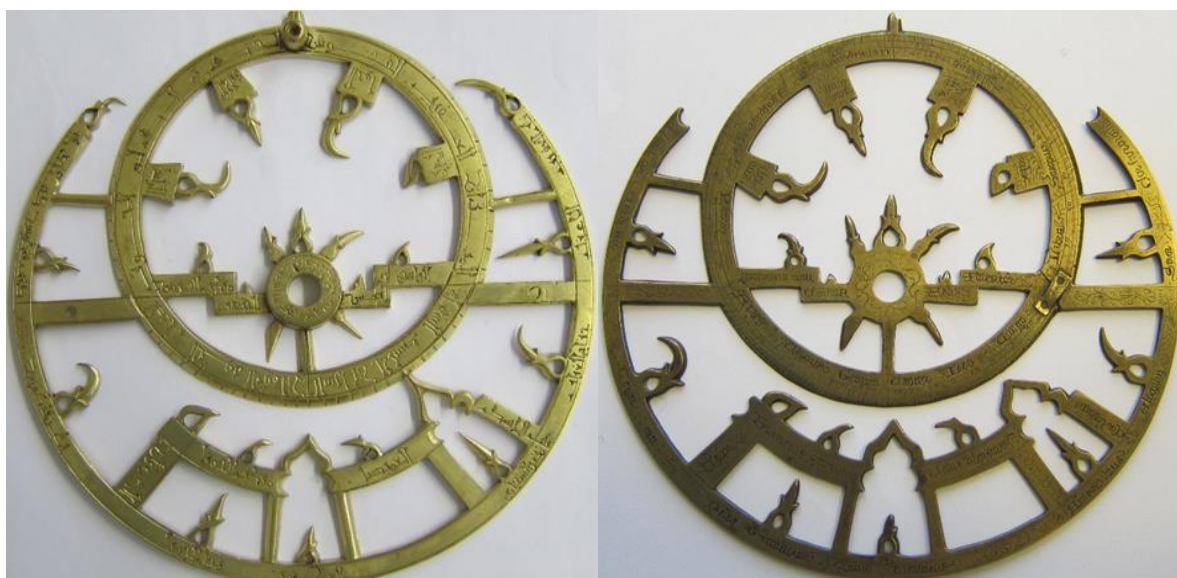


Fig. 7.1.g. (Izda) *Araña* del astrolabio taifa de Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī, Valencia, 478H/1086. Museo de Kassel (nº inv. A38); (Dcha) *Araña* del astrolabio con inscripciones en latín con tres posibles fases de ejecución (siglos XII a XV). Museo Hª Ciencia Oxford (nº inv. 37878).

dos adornos en forma de arco apuntado lobulado sirvió de modelo a la del astrolabio quizá realizado en al reino de Aragón en los siglos XII-XIII y con un retallado posterior posiblemente realizado en París en el siglo XIV. Pero este astrolabio con grafía latina es más pequeño, tiene un diámetro de 14,6 centímetros, cuenta con siete *láminas* que sirven a trece latitudes (entre 38° y 58°) y una de ellas lleva grabado el nombre en latín de Zaragoza, *Cesar Augusta* (ficha C6).

No se trata de una copia literal, los *dorsos* y los *tronos* de ambos astrolabios son diferentes, la única relación que tienen es el diseño de la *araña*. La diferencia de calidad a favor del astrolabio andalusí, tanto en el trabajo de orfebrería para generar los punteros y toda la estructura de las *arañas*, como en el de la grabación de las curvas de la proyección estereográfica de las *láminas*, se hace evidente al estudiar ambos astrolabios.





Hubo sin duda otros casos de copia de astrolabios andalusíes o de otras partes del Islam en ejemplares con grafía latina y recordamos aquí la carta de Rudolf de Lieja a Ragimbold de Colonia en el año 1025 donde se menciona que se va a realizar la copia de un astrolabio en un monasterio (ver capítulo 6, punto 6.2).

7.1.4.- Los *tronos*

Al igual que ocurre con las *arañas*, los *tronos* de los astrolabios andalusíes y los atribuidos a reinos cristianos hispanos son austeros y poco decorativos si se comparan con los que se

estaban haciendo en la misma cronología en el Islam oriental. En la producción cristiana se van observando incrementos en el decorativismo pero siempre de una manera contenida.

En la siguiente tabla se codifican las tipologías de *tronos* de los astrolabios catalogados:

Tipo	Imagen	Descripción	Astrolabios andalusíes que lo incorporan	Astrolabios de los reinos cristianos que lo incorporan
T1		Trilobulado	A1, A2	C1, C2, C3, C6, C11
T2		Triangular con borde festoneado	A3, A4, A6, A7, A8, A12, A15, A32, A33, A34	C4, C5, C9
T3		Triangular de lados suavemente curvados y borde liso o casi liso	A16, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A25, A31	C8
T4		Acampanado con orificios circulares o en forma de pera	A5, A13	--
T5		Triangular con borde festoneado y orificios circulares	A9, A10, A11	--
T6		Fitomorfo: palmetas emparejadas y/o entrelazadas	A24, A26, A27, A28, A29, A30	C10, C11
T7		Zoomorfo: con parejas de leones		C7
T8		Fitomorfo y zoomorfo: con flor de lis y pareja de leones		C15
T9		Tetrafolios		C14
T10		Volutas y formas en cola de pez		C13

Como se desprende de la tabla, las formas triangulares con bordes festoneados o lisos y superficies sólidas o perforadas son las predominantes en la producción andalusí excepto en el periodo nazarí en que se incorporan a los *tronos* los mismos elementos fitomorfos de dobles palmetas que pueblan las *arañas*.

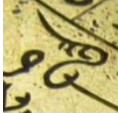


Más variedad se observa en los *tronos* de los astrolabios atribuidos a reinos cristianos hispanos, sobre todo en periodo bajomedieval. Un estudio detallado de los elementos

decorativos que se incorporan a estos *tronos* será objeto de una futura investigación incidiendo en las parejas de leones sedentes con la cabeza girada hacia atrás de claro referente andalusí (fichas C7 y C15). Estos leones se encuentran presentes en otros objetos de procedencia islámica como herrajes de cajas de marfil, cerámica o textiles.⁴³⁹

También invita a la reflexión la flor de lis que articula el *trono* del astrolabio C15 y que la historiografía ha vinculado al símbolo heráldico del reino de Francia atribuyendo ese astrolabio a taller francés por esa razón. La flor de lis es un elemento decorativo muy antiguo, presente en la península Ibérica desde el periodo altomedieval y especialmente vinculado con los judíos conversos en la Baja Edad Media. La participación de la intelectualidad judía en la realización de astrolabios en los reinos de Castilla y Aragón permite justificar la presencia de una flor de lis en el *trono* de uno de ellos. No es una prueba de autoría pero sí es razón para apoyar la atribución hispana (ver ficha C15).

7.1.5.- Otros elementos decorativos

Poca decoración adicional tienen los astrolabios catalogados, pero se recogen esos elementos en la tabla adjunta para completar el análisis:

Tipo	Imagen	Ubicación	Descripción	Astrolabio
D1		Dorso	Adornos geométricos entre las dos escalas del calendario zodiacal	A3
D2		Láminas	Adornos caligráficos en las inscripciones de las láminas	A9
D3		Láminas	Adornos caligráficos en las inscripciones de las láminas	A11
D4		Araña	Greca con decoración vegetal en una banda de la <i>araña</i>	C6
D5		Dorso	Greca con decoración vegetal	C10
D6		Sistema de suspensión	Pareja de cabezas de perro de cuyas bocas abiertas sale la banda metálica que engancha la <i>anilla</i> al <i>asa</i> del <i>sistema de suspensión</i> .	A34

7.2.- EL ASTROLABIO Y SU DIMENSIÓN SIMBÓLICA E ICONOGRÁFICA

La consideración del astrolabio como un objeto de prestigio durante la Edad Media requiere una reflexión. De forma general, el prestigio otorgado por objetos materiales se vincula

⁴³⁹ Agradezco a la Dra. Noelia Silva su generosidad al compartir ideas e imágenes de estos leones en herrajes de cajas de marfil y al Dr. Paco Hernández por facilitarme imágenes de leones nazaríes en cerámica, objetos de metal y textiles.

con su materialidad (metales o piedras preciosas), el virtuosismo de su ejecución y/o su dimensión simbólica.

Empezando por el material, los astrolabios que nos han llegado son todos de latón y, aunque en algunos inventarios reales se mencionan astrolabios de oro, es más que probable que fueran de latón pero con su superficie dorada.⁴⁴⁰ Hay una razón técnica, como ya se ha explicado, para descartar el uso de oro macizo en la manufactura de un astrolabio pero también hubo otra razón religiosa en el mundo islámico. El Corán prohíbe usar oro en objetos de uso y el astrolabio lo era. La sustitución del oro por el latón, una aleación viable técnicamente pero con un punto de dificultad en su generación y con aspecto similar, permitió hacer astrolabios dorados sin incumplir el Corán y el *ḥadīṭ*.⁴⁴¹

El parámetro del virtuosismo en la ejecución es perfectamente aplicable a un astrolabio que no sólo requiere de un diseño validado por un intelectual, un astrónomo y/o geómetra, sino que demanda habilidades muy específicas en su ejecución material por un orfebre y un grabador sobre metal. Hay pocos documentos medievales que certifiquen que las demandas de astrolabios por el poder civil y religioso estuvieran ligadas al deseo de usarlos personalmente. Es más probable que muchos de ellos fueran sólo objetos de colección, admirados por su belleza. Hay evidencias de que a partir del siglo XIV y sobre todo durante el Renacimiento, los astrolabios fueron coleccionados en gabinetes y eso explica por qué han llegado tantos a nuestros días.⁴⁴² Eran objetos que dotaban a sus dueños del prestigio de la de erudición, aunque no fueran capaces de usarlos y muchos de los mejores astrolabios que se exhiben hoy en los museos fueron parte de colecciones reales o nobiliarias y fueron adquiridos legalmente o expoliados.⁴⁴³



Fig. 7.2.a. Astrolabio montado en un anillo. *Annuli Astronomici* de Bonet de Lattes, Roma, 1493. [versión impresa en París, 1558].

El único uso que la historiografía ha considerado susceptible de despertar interés en las altas jerarquías civiles y religiosas es el astrológico y se basa en casos documentados como el viaje que hizo Miguel Scot, astrólogo de la corte de Sicilia del emperador del Sacro Imperio Federico II (1194-1250), con el propio emperador, en el que hablaron de temas astronómicos e hicieron medidas con un astrolabio, quizá para conocer los resultados de sus campañas militares.⁴⁴⁴ Sin embargo parece prudente matizar la fijación en los usos astrológicos del astrolabio, al menos en el caso de la producción medieval en la península Ibérica, por la escasa presencia de *láminas* astrológicas en los astrolabios que nos han llegado (ver capítulo 4, punto 4.6.2.6).

⁴⁴⁰ TURNER (1985), pp. 32-34. El inventario de bienes del rey Carlos V de Francia (1337-1380) fechado en 1380 incluye 12 astrolabios, de los cuales uno era de oro y dos de plata.

⁴⁴¹ WARD-R (1993), pp. 14-15.

⁴⁴² SCHECHNER (1998), p. 8.

⁴⁴³ CHARETTE (2006), p. 124.

⁴⁴⁴ SCHECHNER (1998), p. 7.

Y el tercer y último parámetro, el de la dimensión simbólica del astrolabio, se evidencia de forma clara en la iniciativa de Bonet de Lattes (m. ca 1514), un rabino judío que fue médico y astrólogo del papa Alejandro VI, que comisionó en 1498 un astrolabio en un anillo para sentir el poder de los cielos en su mano. No nos ha llegado ningún astrolabio de este tipo pero sí el tratado *Annuli astronomici* que el propio Bonet de Lattes escribió sobre él en 1493 [Fig. 7.2.a].⁴⁴⁵ El sentimiento de poder fue una de las manifestaciones de la dimensión simbólica del astrolabio pero no la única.

7.2.1.- La dimensión simbólica e iconográfica del astrolabio

La dimensión simbólica del astrolabio se articula en torno al hecho de que es una maqueta a escala del universo y por tanto alegoría del cosmos con significados políticos y religiosos, símbolo del saber en astronomía, atributo del científico y emblema del conocimiento de la astronomía. Esta naturaleza simbólica se pone de manifiesto en las diversas representaciones iconográficas del astrolabio en pintura sobre tabla, miniatura, escultura, textiles, encuadernaciones, taraceas y joyas.


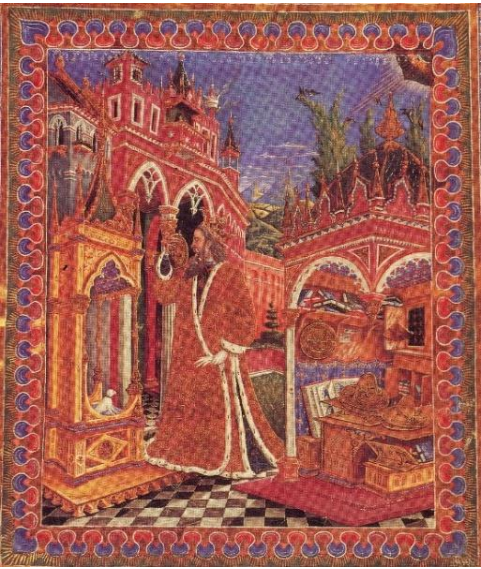

No es el objetivo de esta tesis recorrer toda la producción artística medieval identificando representaciones del astrolabio, eso queda para futuras investigaciones pero sí conviene presentar algunos ejemplos representativos.



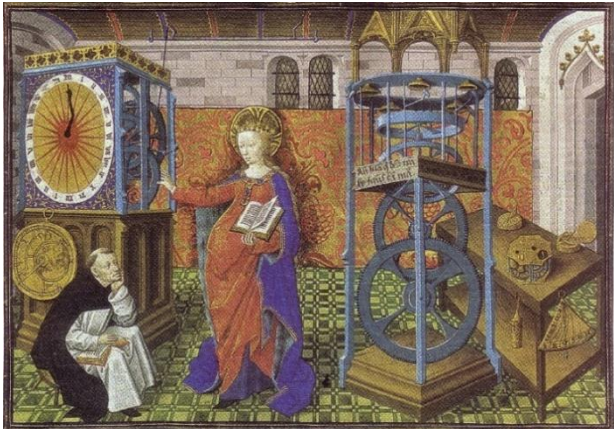
En una primera aproximación al tema se constata que las representaciones del astrolabio en el arte medieval, tanto islámico como de los reinos cristianos, son escasas si se compara con el buen número de ejemplares que nos han llegado y esto puede deberse al hecho de que el astrolabio se conocía y se usaba en círculos reducidos, tanto del poder como del saber, y que había otros instrumentos como la esfera armilar o el globo celeste que otorgaban simbologías similares.





En la tabla siguiente se muestran los diversos escenarios en los que se representa el astrolabio como atributo iconográfico junto a las imágenes de algunas de las obras:

Escenario	Obra: imagen e identificación
<p>Astrolabios en manos de astrónomos/astrólogos</p>	 <p>Astrónomo con astrolabio. Inicial historiada del prólogo del segundo <i>Lapidario</i> de Alfonso X el Sabio, ca. 1270. Real Biblioteca del Monasterio del Escorial, Ms. h-I-15, f. 94r.</p>

⁴⁴⁵ Un estudio sobre este tratado en RODRÍGUEZ ARRIBAS (2017?).

Escenario	Obra: imagen e identificación
Astrolabios en manos de astrónomos/astrologos	 <p>Abu Zayd con un astrolabio. Ilustración del <i>Maqāmāt</i> de al-Hariri de Basora. 2º cuarto del s. XIII. Biblioteca Nacional Francesa Ms. Arabe 3929, f.178v.</p>
	 <p>Ptolomeo con un astrolabio. <i>Geografía de Ptolomeo</i>. 1453. Venecia Biblioteca Nazionale Marciana Ms Gr Z 388 f 6v</p>
Astrolabios en manos de docentes ejerciendo su magisterio	 <p>Aristóteles con un astrolabio enseñando a sus discípulos. Ilustración del <i>Kitāb mujtar al-hikam wa-mahasin al kilam</i> (Libro de la selección de las palabras sabias y hermosas) de Abu al-Wafa al-Mubašir ibn Fatik. Siglo XIII. Biblioteca del Palacio Topkapi, Ms. Ahmed III 3206.</p>

Escenario	Obra: imagen e identificación
<p>Astrolabios en manos de monjes, profetas y santos</p>	 <p>Abraham con astrolabio y compás en sus manos. Ilustración de una <i>Genealogía Bíblica</i> realizada en el <i>scriptorium</i> de la Abadía de Saint Germain des Prés en París en 1031-1060. Biblioteca Nacional Francesa, Ms. Lat. 12117, f.106r.</p>
	 <p>Monjes con un astrolabio. Ilustración del <i>Salterio de Blanca de Castilla</i>, reina de Francia. ca. 1225. Biblioteca Nacional Francesa, Ms. Arsenal Lat. 1186, f.1v.</p>
	 <p>Monje con astrolabio y otros instrumentos de medida del tiempo. Ilustración de la obra <i>Horologium Sapientiae</i> de Heinrich Seuse, ca. 1334. Biblioteca Real de Bruselas, Ms Bruxelles BR.IV f. 13v.</p>

Escenario	Obra: imagen e identificación
<p>Astrolabios en manos de monjes, profetas y santos</p>	 <p><i>San Jerónimo en su estudio.</i> Seguidor de Jan van Eyck, 1442. Detroit Institute of Art, n° inv. 25.4.</p>
<p>Astrolabios como atributo de una de las artes liberales: la Astronomía</p>	 <p>La Astronomía representada como una mujer con un astrolabio. Púlpito del Duomo de Pisa de Giovanni Pisano, 1302-1310.</p>
<p>Astrolabios en objetos suntuarios y espacios palatinos</p>	 <p><i>Tapiz del Astrolabio.</i> Talleres de Tournai. ca. 1450-1500. Museo de Tapices y Textiles de la Catedral de Toledo, n° inv. 1533.</p>  <p>Astrolabio en el <i>Studiolo</i> de Federico di Montefeltro en el Palacio Ducal de Urbino (Italia). Diseño atribuido a Francisco di Giorgio Martini, Boticelli y Bramante. Taracea de Baccio Pontelli, Giuliano y Benedetto da Maiano, 1473-1476.</p>

Escenario	Obra: imagen e identificación
<p>Astrolabios en objetos suntuarios y espacios palatinos</p>	 <p>Astrolabio pintado en el el alzado norte del can VIII del alfarje del salón Tanto Monta del Palacio Episcopal Viejo de Huesca promovido por el obispo Antonio de Espés en 1478.⁴⁴⁶</p>

Es relevante destacar la presencia en el inventario de bienes de la reina Isabel I de Castilla de *paños de los signos con los planetas*.⁴⁴⁷ También se ha publicado recientemente que en la cámara real de Juan II de Castilla había un *pañó francés de la astrología*.⁴⁴⁸ Tanto el *Tapiz del Astrolabio* de la catedral de Toledo, mostrado en la tabla, como estos desconocidos tapices de la reina Isabel, que pudieran incluir algún astrolabio aunque no necesariamente como objeto central de la representación, confirman la incorporación de la iconografía de la bóveda celeste y de los instrumentos astronómicos a la producción textil bajomedieval y renacentista.

Sobre encuadernaciones sólo se ha encontrado información relacionada con el inventario de la biblioteca del Duque de Berry (1340-1416) en el que se indica que algunos de los libros tenían astrolabios dorados en las encuadernaciones.⁴⁴⁹ Como en este caso no se trataba de instrumentos susceptibles de ser usados, sino de mera decoración, pudieron ser de oro, dados los gustos refinados del Duque de Berry. En cuanto a las joyas, la única de la que se tiene información en este periodo medieval es el ya referido anillo con astrolabio de Bonet de Lattes [Fig. 7.2.a].

⁴⁴⁶ Un estudio completo de este astrolabio en HERNÁNDEZ PÉREZ (2017d).

⁴⁴⁷ LADERO (2014d), p. 259.

⁴⁴⁸ CAÑAS (2017), p. 190. En el inventario se recoge: *el pañó francés de la astrología que dio al rey el arzobispo de Seuilla, obispo que hera de Avila*. Se trataba de Alfonso de Fonseca, capellán de Juan II y el texto pone de manifiesto el interés del estamento eclesiástico por las representaciones de tipo astronómico.

⁴⁴⁹ SCHECHNER (1998), p. 8.

PÁGINA DELIBERADAMENTE EN BLANCO

CAPÍTULO 8: ASTROLABIOS EN FUENTES PRIMARIAS ESCRITAS

En este capítulo se hace un recorrido por los libros y documentos de archivo generados en al-Andalus o en los reinos cristianos hispanos durante la Edad Media y que tengan relación con el astrolabio.

En el apartado de libros, la atención se centra en los Tratados del Astrolabio, de autor andalusí o hispano, aunque se mencionan brevemente las actividades de traducción de este tipo de textos realizadas en los reinos cristianos por estudiosos de otros países. Se incluyen, de forma excepcional, textos que no son tratados del astrolabio, pero que mencionan el instrumento, bien en su estructura o en sus usos, y son de clara autoría hispana.

Se excluyen textos astronómicos como los *zīj* (Tablas Astronómicas), tratados de astronomía, de geometría o de matemáticas, aun siendo consciente de que, en muchos casos, guardan alguna relación tanto con los tratados del astrolabio como con los propios instrumentos.⁴⁵⁰ Esta restricción tiene exclusivamente razones prácticas, para no extender este capítulo en exceso.

8.1.- TRATADOS DEL ASTROLABIO

Desde el mismo origen del astrolabio en torno al siglo I a.C. tuvo el astrolabio unos compañeros de viaje, los llamados “Tratados del Astrolabio”, que son los libros que lo describen, que explican cómo se usa y que, en la mayoría de los casos, incorporan también indicaciones sobre cómo se diseñan. Los astrónomos y matemáticos autores de estos textos fueron conscientes de la heterogénea audiencia de los mismos, desde estudiosos conocedores de la base matemática sobre la que se sustenta el diseño y el uso del astrolabio, hasta reyes, monjes, califas, imanes, estudiantes, militares o médicos, no especialistas en astrolabios, y que sólo demandaban una sencilla explicación de cómo obtener del instrumento la información concreta que precisaban.⁴⁵¹

El texto de partida fue el ya mencionado *Planisphaerium* de Ptolomeo escrito en torno al año 150 de nuestra era. En ese texto, el astrónomo alejandrino Claudio Ptolomeo explica con detalle cómo se realiza la proyección estereográfica de la esfera celeste sobre el plano del ecuador, que había formulado Hiparco de Nicea en el s. III a.C. y que es la base matemática de todo el despliegue de formas geométricas grabadas en las distintas partes de las que consta un astrolabio. Pero Ptolomeo no describe un astrolabio, ni habla de sus funcionalidades, no es ese el objetivo de su libro.⁴⁵²

Hay que esperar hasta el siglo IV para encontrar el primer texto que se puede considerar

⁴⁵⁰ Mucho se han estudiado los más de 200 *zīj* que nos han llegado y que fueron un referente en la literatura científica islámica desde el siglo VIII. Se ha publicado sobre ellos, entre muchos otros: SAMSÓ (2001c).

⁴⁵¹ Un estudio general sobre los tratados del astrolabio en la Edad Media y principios de la Moderna en HERNÁNDEZ PÉREZ (2017b).

⁴⁵² PHILOPON (1981), pp. 30-31: Dos autores islámicos que escribieron sendos tratados del astrolabio, al-Yaqubi en 875 e Ibn-al-Nadim en 987 atribuyen un tratado del astrolabio a Ptolomeo aunque lo más probable es que confundan la autoría de ese tratado que debió ser el de Zeón, quizá insertado en su comentario al *Planisphaerium* de Ptolomeo.

un tratado del astrolabio. Lo escribió en griego el matemático y astrónomo Zeón de Alejandría en torno al año 375, durante el reinado del emperador Teodosio el Grande, pero, lamentablemente, no nos ha llegado ninguna copia de él. Sabemos de su existencia por las referencias encontradas en tratados posteriores que lo citan como su fuente e indican que su título era “Memoria del pequeño astrolabio”. Sabemos de la existencia de otro *Tratado del Astrolabio*, también perdido, escrito en griego en torno al año 500 por Ammonius de Hermia (ca. 440-520).⁴⁵³ En él se inspiró el gran polígrafo Juan Philopon de Alejandría, discípulo de Ammonius y autor del más antiguo tratado del astrolabio que ha llegado a nuestros días. Dice Philopon que su maestro había explicado bien el astrolabio en su obra pero que aún faltaban precisiones y detalles.⁴⁵⁴

El tratado del astrolabio de Juan Philopon de Alejandría (ca. 490-570), escrito en griego entre los años 520 y 550 y titulado *Sobre el uso y la construcción del astrolabio y sobre las marcas que lleva*, es el punto de partida de una importante producción de textos que tuvo lugar en las sociedades islámica, cristiana y hebrea que comparten un objetivo: hacer comprender el astrolabio y conocer sus muchas funcionalidades. Estos textos presentan unas características comunes y conjugan la erudición matemática y astronómica con el lenguaje cercano y descriptivo de lo que hoy denominaríamos como un “manual de instrucciones”. En el prólogo a su tratado ya indica su autor que lo escribe para que lo comprendan incluso aquellos que no saben geometría pero quieren usar un astrolabio y su contenido confirma el objetivo pues el autor dedica tres capítulos a la descripción del instrumento y diez a sus usos, identificando un total de once aplicaciones entre la mayoría relativas al establecimiento de la hora y la fijación de los grados del zodiaco de interés para la astronomía predictiva, es decir la astrología. La estructura del tratado del astrolabio de Juan Philopon debió resultar adecuada pues se consolidó y se mantuvo en el tiempo, tanto en los tratados islámicos como en los latinos y hebreos, hasta el siglo XIX. La obra se organiza en dos partes: primero descripción y diseño geométrico de todas las partes del astrolabio (capítulos 1-4) y segundo usos del instrumento (capítulos 5-15).⁴⁵⁵ Es importante resaltar que las más de 60 copias manuscritas que nos han llegado del tratado de Juan Philopon carecen de aparato gráfico, todas las descripciones son textuales. Esta parquedad en el apoyatura gráfica del contenido de los tratados del astrolabio será tónica general en la producción medieval resolviéndose sólo a partir del siglo XVI cuando estos textos se empiezan a imprimir.

Las diferencias que se observan en los distintos tratados del astrolabio se refieren al mayor o menor detalle con que se abordan cada una de sus dos partes. A veces la primera parte es tan

⁴⁵³ PHILOPON (1981), p. 22: Zeón llama al astrolabio planisférico “pequeño astrolabio” y a la esfera armilar “gran astrolabio o astrolabio de volumen”, usando aquí el término genérico “astrolabio” en su significado de “instrumento para buscar astros” que se aplicó en la antigüedad a todos aquellos instrumentos relacionados con la astronomía y que fue el que también le asignó Ptolomeo. Nos ha llegado un texto que recoge una observación astronómica realizada por Ammonius la noche del 22 de febrero del año 503 en la que se indica que se determinó la hora gracias a un astrolabio resultando que la hora era 5 y $\frac{3}{4}$ horas temporales; TIHON (1995), p. 329: Considera que la fuente para los tratados de Philopon y Sebojt no fue el tratado de Zeón sino otro texto que tampoco nos ha llegado.

⁴⁵⁴ MICHEL (1947), p. 7.

⁴⁵⁵ En la BNE se conserva una copia del s. XVI del *Tratado del Astrolabio* de Juan Philopon (Ms. 4783, ff. 1-20); PHILOPON (1981), pp. 137-197: Transcripción y traducción al francés del tratado completo.

exhaustiva que el tratado se convierte en lo que hoy llamaríamos una especificación técnica del instrumento con vistas a su construcción. En otros casos se pone más énfasis en los usos y en la operativa necesaria para sacar el máximo partido a las posibilidades del instrumento resultando en lo que hoy llamaríamos “manual de instrucciones”. Hay tratados que nos han llegado sólo con una de las dos partes, bien porque así lo decidió el autor, bien porque se ha perdido alguna de ellas.

El segundo tratado del astrolabio en antigüedad que nos ha llegado, ya es del siglo VII y lo escribió en siríaco Severus Sēbōjt (m. 667), obispo de Quenserin (Siria). Su estructura es muy similar al de Juan Philopon pero incrementando el abanico de usos del astrolabio hasta veinticinco aplicaciones distintas, siendo que Philopon describió sólo once.⁴⁵⁶ Es destacable observar que los dos tratados del astrolabio más antiguos que nos han llegado fueron escritos por intelectuales cristianos nestorianos y monofisitas, conocedores, sin duda, del legado clásico. La tradición de escribir tratados del astrolabio se mantendrá en la sociedad bizantina hasta la caída de Constantinopla en manos turcas en el siglo XV aunque sólo nos haya llegado un astrolabio realizado en Bizancio en 1062, con todas sus inscripciones en griego y con importantes diferencias respecto a los astrolabios islámicos.⁴⁵⁷

El mundo islámico tomó el testigo tanto de la construcción de astrolabios como de la compilación de textos sobre él en cuanto ocupó los territorios donde se conocía y se usaba ese instrumento desde el helenismo. El más antiguo tratado del astrolabio escrito en árabe que conocemos es el *Kitāb al-'amal bi'l-asṭurlāb mubaṭṭaḥ* (Libro del uso del astrolabio plano) debido al matemático y astrónomo abasí Ibrāhīm ibn al-Nadīm al-Fazārī (activo 145H-157H/762-777) y de estructura similar al de Severus Sēbōjt. Al-Fazārī declara en la introducción a su libro que es el primer musulmán que hizo un astrolabio y así lo recogerán, a partir de esa fecha todas las fuentes islámicas.⁴⁵⁸ El hecho de que su nombre fuera Ibrahim (Abraham) explica la leyenda que se repitió durante toda la Edad Media e inicios de la Edad Moderna sobre la invención del astrolabio por el Abraham bíblico al que también se atribuían todo tipo de conocimientos astronómicos.⁴⁵⁹ Dejando a un lado la leyenda, no se conserva ningún instrumento firmado por al-Fazārī, aunque alguno de los astrolabios que nos han llegado y que, por su sencillez de diseño, se consideran más tempranos, fueron posiblemente realizados en el siglo VIII en Bagdad y por tanto pudieron ser de su mano o cercanos a él. Le siguen en fecha cuatro tratados del astrolabio elaborados en el siglo IX, bajo el califato abasí y firmados por al-Jwārizmī (m. ca. 835), al-Farghānī (856-857), al-Ya'qūbī (ca. 875) y Alī ibn 'Isā (ca. 870-892).

⁴⁵⁶ Transcripción y traducción al francés del tratado en NAU (1899); Sobre Severus Sēbōjt, su vida y su obra ver SALIBA (2001), pp. 44-47.

⁴⁵⁷ Un estudio sobre 17 tratados del astrolabio bizantinos de los siglos VI a XVI en TIHON (1995). Una visión de la ciencia en el imperio bizantino en TIHON (2013).

⁴⁵⁸ DIZER (2001), p. 256. Al-Fazārī trabajó bajo el patronazgo de al-Mansūr, y su nombre aparece en el *Kitāb al-Fihrist* de Ibn al-Nadīm que dice de él que escribió dos tratados del astrolabio, uno planisférico y el otro un “astrolabio melón”. Este tipo de astrolabio, el melón, fue muy criticado por al-Farghānī.

⁴⁵⁹ Sobre la vinculación de Abraham con la astronomía y el astrolabio en la Edad Media ver CASTIÑEIRAS (1996); Los supuestos conocimientos de Abraham sobre astronomía se recogen en las *Etimologías* de San Isidoro (Etim, III, 25), ver CÁTEDRA y SAMSÓ (1983), p. 42.

Larga es la lista de tratados del astrolabio islámicos que han llegado a nuestros días, muchos en numerosas copias, prueba del importante papel que jugaron esos libros en la difusión y el conocimiento de las características y funciones del demandado instrumento. De ellos, los que ejercieron más influencia en al-Andalus fueron los de al-Jwārizmī (m. ca. 835), al-Fargānī (tratado escrito en 225H/856-857) y al-Bīrūnī (973-1048).⁴⁶⁰ Estos textos incorporan algunas figuras esquemáticas y diagramas geométricos con clara intención didáctica pero no ilustran, en ningún caso, los usos del astrolabio.

Todos los usos del astrolabio se soportan sobre dos funciones básicas:

- a. Observación: se realiza por el reverso del astrolabio, con el *dorso* y la *alidada*.
- b. Cálculo: se realiza por el anverso mediante la *araña* y las *láminas*.

Estas funciones generan un buen número de usos del astrolabio que se incluyen en estos tratados y se pueden clasificar como sigue:

- Medida del tiempo: i.e. cálculo de la hora tanto de día como de noche en horas desiguales o temporales, establecimiento de las horas iguales o equinocciales, tiempo del crepúsculo matutino y del vespertino.
- Establecimiento del calendario: i.e. altitud del sol en cada momento, altitud de cada estrella de la araña, establecimiento de solsticios y equinoccios.
- Altimetría y Planimetría: i.e. altura de una torre o edificio, medida del desnivel de un terreno para facilitar la irrigación o medir la pendiente de un *qanāt* para el aprovisionamiento del agua, distancia entre dos lugares, anchura de un río, profundidad de un barranco o pozo.
- Astronomía: i.e. posición del sol respecto a la eclíptica y al horizonte en cada momento, posición de cada una de las estrellas de la araña respecto a la eclíptica y al horizonte en cada momento, medida de la latitud de un lugar, posiciones de luna y planetas usando las posiciones de las estrellas de la araña.
- Astrología: i.e. establecimiento del signo zodiacal y del ascendente para una fecha dada, posición de la luna en las mansiones lunares, posición de los planetas en las casas astrológicas.

A pesar del extenso repertorio de usos que tiene el astrolabio, un historiador de la ciencia tan reconocido y extraordinario como Julio Samsó considera que fue el astrológico el que posiblemente fue más valorado por el poder civil a la hora de patrocinar su manufactura.⁴⁶¹ Y es ciertamente posible, pero también lo es que el astrolabio era un instrumento útil para el gobierno de la sociedad porque servía para medir el tiempo, para medir los desniveles necesarios para la construcción de *qanāt* para el suministro del agua y también para realizar medidas necesarias para la agrimensura que estaba directamente ligada, por ejemplo, a la recaudación de impuestos. Si se constata que, de la producción de astrolabios andalusíes que nos han llegado, sólo un 27%

⁴⁶⁰ Es muy extensa la bibliografía relativa a los Tratados del Astrolabio islámicos y su impacto en al-Andalus. Entre otros: LORCH (2005); AL-FARGHĀNĪ (2005), pp. 111-391. Texto completo del tratado en árabe y en inglés; KUNITZSCH (1987); SAMSÓ (1996); KING (1975b).

⁴⁶¹ SAMSÓ (2001b), p. 296.

incorpora *láminas* de tipo astrológico (ver 4.5.2.6), mientras que todos, el 100%, permiten ser usados como reloj y todos también tienen *cuadrado de sombras* que es el elemento del astrolabio más vinculado a la medida de alturas y profundidades, quizá debería ponerse en un plano superior de interés el uso ligado a la vida diaria y la actividad económica, que el uso astrológico. Eso no impide coincidir con Emilia Calvo y Joseph Casulleras en considerar que los diseñadores de instrumentos astronómicos en la Edad Media tuvieron siempre en mente el potencial uso astrológico y trataron de facilitarlo con sus diseños.⁴⁶²

8.1.1.- Tratados del Astrolabio en al-Andalus

La astronomía-astrología en al-Andalus fue fundamentalmente cristiano-isidoriana, basada en los conceptos astronómicos recogidos en las *Etimologías* y *De natura rerum* de San Isidoro de Sevilla, durante el primer siglo de presencia islámica en la península Ibérica.⁴⁶³ La primera traducción al árabe de un texto latino fue la realizada por el almeriense ‘Abd al-Wāhid ibn Ishāq al Dabbī que fue astrólogo del emir al-Ḥakam I (r. 180H-206H/796-822) y la obra traducida fue el *Libro de las Cruces*, la mejor fuente para conocer la tradición astronómico-astrológica latino-visigoda.⁴⁶⁴ Durante el emirato de ‘Abd al-Raḥman II (206-238H/822-852) se documenta la llegada a Córdoba de científicos procedentes de Bagdad con los que debió llegar tanto el astrolabio como sus tratados, siendo los más relevantes los de al-Fargānī y al-Jwārizmī, ambos activos en Bagdad en la primera mitad del siglo IX.⁴⁶⁵ La semilla prendió bien y Córdoba se posicionó pronto como centro de desarrollo de la ciencia en todo el Islam.

El texto más antiguo realizado en al-Andalus, de los conservados, que incorpora una tabla de estrellas como las que aparecen en la *araña* de un astrolabio, fue el *Kitāb al-hay’a* (Libro de astronomía) de Qāsim ibn Muṭarrif al-Qaṭṭān del año 300H/912-913. La tabla, estudiada por Mercé Comes, incluye 16 estrellas con sus coordenadas eclípticas y se titula: *Sobre la denominación de las estrellas de mayor magnitud, sus arcos que se encuentran en el astrolabio y el arco nocturno*.⁴⁶⁶ Al-Qaṭṭān pudo haber compilado su tabla en Córdoba, bien mediante la observación de un astrolabio, bien consultando uno o más tratados orientales que ya estaban disponibles en estas fechas en la capital del entonces emirato cordobés. Aunque la tabla presenta algunos errores, permite vislumbrar lo que debieron ser los comienzos de la escuela de Córdoba que alcanzaría su plenitud, tras el establecimiento del califato.

El primer nombre propio de la astronomía y la matemática andalusí fue Abū l-Qāsim Maslama ibn Aḥmad al-Maʿrīfī (m. 398H/1007-1008) conocido como Maslama de Madrid que dirigió la prestigiosa escuela de matemáticas y astronomía de la Córdoba califal y se hizo

⁴⁶² CASULLERAS (2008-2009), p. 242.

⁴⁶³ GUILLAUMIN (2009), pp. 20-21. El autor explica la estructura de las *Etimologías* y de qué tratan cada uno de sus 20 libros. El libro 3 es el dedicado al Quadrivium y, en su capítulo 26, San Isidoro diferencia la “astronomía científica” que debe cultivarse de la que no es científica, de la que deben huir los cristianos y que es la denominada astrología.

⁴⁶⁴ Biografía de ‘Abd al-Wāhid al Dabbī en RIUS (2012).

⁴⁶⁵ SAMSÓ (2011), pp. 27-29 y 37-43; VERNET (1986), pp. 14-18.

⁴⁶⁶ COMES (1994b), p. 100 En esta tabla de estrellas se inicia el error que luego mantendrán Maslama, Azarquiel y otros de confundir la estrella β Casiopea con γ Pegaso (de posición muy próxima a α Andrómeda) y aplicarle sus coordenadas.

merecedor del término *aṣḥāb al-mumtaḥam* aplicado por los autores árabes a los científicos duales teórico-prácticos.⁴⁶⁷ De él dijo el historiador y cadí de Toledo Ṣā'id al-Andalusī (410H-462H/1029-1070) en su *Kitāb tabaqāt al-umam* (Libro de las Categorías de las Naciones), la primera Historia de la Ciencia que nos ha llegado, que fue “*el primero de los matemáticos de su tiempo en al-Andalus y el más sabio en la ciencia de las esferas celestes y los movimientos de las estrellas sin que hubiera nadie antes que él*”.⁴⁶⁸

No hay evidencias de que Maslama al-Maʿrīfī escribiera un tratado del astrolabio ni refieren nada al respecto sus contemporáneos aunque algunos autores latinos bajomedievales se lo atribuyeran. Lo que si nos ha llegado, en un manuscrito misceláneo conservado en la Biblioteca Nacional de Francia, es un breve texto de Maslama donde aborda las bases matemáticas y geométricas para la construcción de un astrolabio para la latitud 38°30', la de Córdoba.⁴⁶⁹ En ese manuscrito se incluye una tabla de 21 estrellas con las coordenadas obtenidas en la observación que realizó Maslama a finales del año 368H /979 y en la que se indica claramente que “*son las estrellas empleadas en la araña del astrolabio*”.⁴⁷⁰ Esta tabla influyó en los tratados del astrolabio de sus discípulos, en toda la producción astrolabista andalusí y en las traducciones al latín y a lenguas vernáculas de los tratados del astrolabio andalusíes. Lo que nadie refiere es que Maslama escribiera sobre los usos de ese instrumento.

Los tratados del astrolabio que nos han llegado del periodo califal omeya son los de dos discípulos de Maslama, los cordobeses Ibn al-Ṣaffār (Abū l-Qāsim Aḥmad ibn ‘Abd Allāh ibn ‘Umar, m.426H/1035) e ibn al Samḥ (Abū l-Qāsim Aṣbag ibn Muḥammad ibn al Samḥ al-Mahrī, 368-426H/979-1035), el primero con más proyección posterior que el segundo a tenor de las copias en árabe, en latín, hebreo y lenguas vernáculas que nos han llegado del mismo.⁴⁷¹

El tratado del astrolabio de Ibn al-Ṣaffār, titulado *Kitāb al-‘amal bi-l-aṣṭurlāb wa ḍikr ālātihi wa aẓẓā’ihi* (Libro del uso del astrolabio con una explicación de sus piezas y partes) describe con gran claridad 39 usos del astrolabio, algunos de ellos subdivididos en varias opciones.⁴⁷² El texto fue siempre considerado un modelo por su concisión y facilidad de comprensión, “*bien escrito, conciso y muy asequible a la mente*” en palabras del cadí Ṣā'id de

⁴⁶⁷ Mucho hay publicado sobre la vida y obra de Maslama, entre otros: SAMSÓ (2011), pp. 80-95; SAMSÓ (2000a); VERNET y CATALÁ (1979), p. 242. Maslama hizo una observación astronómica en el año 369H/979 para determinar la longitud celeste de la estrella *qalb-al Asad* (Régulo, α Leo) y por eso se le considera astrónomo teórico y también práctico; RIUS (2009). Biografía de Maslama.

⁴⁶⁸ ṢĀ'ID AL-ANDALUSĪ (2000), p. 146.

⁴⁶⁹ Biblioteca Nacional Francesa, Ms Arabe 4821, ff.76r-81v.

⁴⁷⁰ VERNET y CATALÁ (1979), pp. 244-246; D'HOLLANDER (1999), p. 18. La tabla de Maslama registra las coordenadas de mediación y declinación para cada una de las estrellas. Estas son las coordenadas que se plasman en la *araña* del astrolabio frente a las que suelen aparecer en las Tablas Astronómicas teóricas que son las eclípticas y/o las ecuatoriales.

⁴⁷¹ ṢĀ'ID AL-ANDALUSĪ (2000), pp. 147-148. Ibn al-Ṣaffār fue autor también de unas Tablas Astronómicas basadas en el Sindhind (astronomía indo-persa). Ibn al-Samḥ fue autor también de dos importantes libros de geometría *Kitāb al-Madjal ila l-handasa* (Libro de introducción a la geometría) y *Kitāb Timar al-‘adad al ma’rūf bi-l-mu’āmalāt* (Libro de la naturaleza de los números); Biografía de Ibn al-Ṣaffār en SAMSÓ (2007a) y un estudio de sus tablas astronómicas en SAMSÓ y CASTELLS (1995).

⁴⁷² Una de las copias en árabe se conserva en el Ms 964 de la Real Biblioteca de San Lorenzo del Escorial; MILLÁS (1955), pp. 46-76. Transcripción completa del texto en árabe; MILLÁS (1931), pp. 29-48. Traducción al catalán.

Toledo.⁴⁷³ Se tradujo al latín por el mozárabe Juan de Sevilla (activo 1133-1142) y poco después por Plato de Tívoli (activo 1132-1146) en colaboración con Abraham bar Ḥiyya de Barcelona, ambas traducciones realizadas a mediados el siglo XII. También nos ha llegado una buena traducción al hebreo realizada por Jacob ben Maḥir, conocido como Profeit Tibbón (*ca.* 1236-1304).⁴⁷⁴ El tratado se convirtió en un referente para el estudio de la geometría de la bóveda celeste y fue el texto básico que se integró en una compilación canónica de tratados del astrolabio islámicos que circuló por toda Europa en la Edad Media y que, durante mucho tiempo, se atribuyó al astrónomo judío abasí Māšāʾllāh (Bagdad, *ca.* 762–815).⁴⁷⁵ El llamado tratado de pseudo-Māšāʾllāh, del que nos han llegado más de 200 copias en árabe, fue la fuente de las primeras traducciones de tratados del astrolabio a lenguas vernáculas: la castellana debida a Alfonso X el Sabio en 1278, la francesa realizada por Pélerin de Prusse en 1362 y la inglesa de mano del muy conocido Geoffrey Chaucer en 1391.

La maestría de Ibn al-Ṣaffār en la elaboración de su tratado del astrolabio tiene su paralelo en la habilidad para construir los instrumentos de su hermano Muḥammad ibn al-Ṣaffār, importante astrolabista del periodo omeya, del que dijo Ṣāʾid al-Andalusī que era “*célebre por su habilidad, no existiendo en al-Andalus, antes que él, quien los construyera mejor*”.⁴⁷⁶ El término “al-Ṣaffār” quiere decir “artesano del latón y el cobre” lo cual indica que ambos hermanos, el astrónomo y el astrolabista, eran hijos de un artesano del metal.⁴⁷⁷ Nos han llegado dos astrolabios firmados por Muḥammad ibn al-Ṣaffār, uno realizado en Córdoba en 1026 (ficha A3) y otro realizado en Toledo en 1029 (ficha A4). La situación política que se estaba viviendo en Córdoba en esas fechas permiten suponer que este astrolabista trasladó su taller de Córdoba a Toledo en algún momento entre 1026 y 1029 iniciando en esta ciudad lo que sería la edad de oro de la ciencia y la instrumentación científica en el reino taifa de Toledo tras la caída del califato en 1031. Sin embargo su hermano, el autor del tratado, se trasladó a Denia, a la corte de Mujāhid (m. 436H / 1045), donde residió hasta su muerte en el año 1035.⁴⁷⁸

El otro tratado del astrolabio omeya fue el *Kitāb al-ʿamal bi-l-aṣṭurlāb* (Libro del uso del astrolabio) del cordobés Ibn al-Samḥ que no tuvo la misma fortuna que el de su contemporáneo Ibn al-Ṣaffār debido a su enorme extensión.⁴⁷⁹ El autor describe 129 usos del astrolabio convirtiéndolo en el tratado donde se detallan más variantes de las funcionalidades básicas del mismo e incluyendo usos que realmente no tiene el instrumento como los relativos a medida de posiciones de los planetas o de la luna. Esta puede ser la causa de que sólo nos haya llegado una copia de este tratado y que no se conozca traducción alguna del mismo. De hecho, una de las contribuciones del tratado de Ibn al-Samḥ frente al de Ibn al-Ṣaffār es que incluye un capítulo

⁴⁷³ ṢĀʾID AL-ANDALUSĪ (2000), p. 148.

⁴⁷⁴ SAMSÓ (2007a), p. 70; Biografía de Jacob ben Maḥir, conocido como Profeit Tibbón en RODRÍGUEZ ARRIBAS (2010d).

⁴⁷⁵ KUNITZSCH (1981), pp. 42-62.

⁴⁷⁶ ṢĀʾID AL-ANDALUSĪ (2000), p. 148.

⁴⁷⁷ MARÍN (1996), p. 274.

⁴⁷⁸ FORCADA (2004), p. 49; MILLÁS (1960), p. 68.

⁴⁷⁹ Estudio sobre el tratado, biografía de su autor y traducción completa al catalán del texto en árabe del único manuscrito conservado (British Library Ms. Add 9602, ff.25v-55v) en VILADRICH (1986).

sobre la proyección de los rayos, lo cual nos indica que era frecuente el uso en Córdoba de esta doctrina astrológica entre los miembros de la escuela de Maslama. Mercè Viladrich considera que Ibn al-Samḥ debió escribir otro tratado, además del que nos ha llegado, dedicado a la construcción del astrolabio que se perdió y que puede ser el eslabón perdido que explique los contenidos de tratados del astrolabio escritos en los reinos cristianos hispanos hasta el siglo XIII.⁴⁸⁰ La fitna cordobesa que tumbó el califato de Córdoba provocó el traslado de Ibn al-Samḥ a Granada para trabajar bajo la protección del rey zirí Ḥabūs ibn Mākzan (r. 416H-429H/1025-1038) hasta su muerte en 1035.

En ese siglo XI de los reinos de taifas (*ṭawā'if*) en que se vivió la edad de oro de la astronomía andalusí, vieron la luz los tratados de los astrolabios universales, instrumentos susceptibles de utilizarse en todas las latitudes.⁴⁸¹ La búsqueda de instrumentos astronómicos universales, independientes del lugar en que se ubica el que los utiliza, fue una constante en el mundo islámico.⁴⁸² Esos tratados se gestaron en el equipo de intelectuales que reunió en el reino taifa de Toledo el historiador, cadí y astrónomo Šā'id al-Andalusī, durante el reinado de Yahyā al-Ma'mūn (r. 435H-467H/1043-1074), gran mecenas de la ciencia.

Los astrolabios universales, la mayor contribución conceptual y técnica de al-Andalus al desarrollo de la instrumentación científica, gozaron de distinta fortuna en lo que se refiere a su difusión al resto del Islam a través del Mediterráneo y a los reinos cristianos. Destacan los tratados dedicados a las *azafeas zarqāliyya* y *šakkāziyya*, el primero escrito en torno al año 440H/1048-1049, por la gran figura de la astronomía y la matemática andalusí Abū Ishāq Ibrahīm Ibn Yahyā al-Naqqāš al-Qurtubī al-Zarqālluh (420H-493H/1029-1100), conocido en las fuentes latinas como Azarquiel del que dijo su contemporáneo Šā'id al-Andalusī “*es el más eminente entre la gente de nuestro tiempo en las observaciones astronómicas y en la ciencia de las tablas astronómicas y en la invención de instrumentos para la observación de los astros*”.⁴⁸³ Azarquiel denominó a sus nuevos instrumentos *ṣafīḥa ma'mūniyya*, por dedicarla al rey al-Ma'mūn de Toledo (r. 435H-467H/1043-1074) y *ṣafīḥa 'abbādiyya*, por dedicarla al rey al-Mu'tamid ibn 'Abbād de Sevilla (r. 460H-484H/1069-1091), ciudad a la que se trasladó desde Toledo quizá por la conquista de esa ciudad por Alfonso VI.⁴⁸⁴ La *azafea zarqāliyya* y su versión simplificada, la *azafea šakkāziyya*, rompían completamente con el diseño tradicional del astrolabio, asentado desde el periodo helenístico, eliminando la *araña* y las *láminas* de latitud y reduciendo la estructura del instrumento a una sola pieza circular grabada por ambas caras con dos tipos distintos de proyecciones de la esfera celeste y dotada de una *alidada* giratoria que representa a cualquier horizonte y se fija en una posición angular (de 0° a 90°) según la latitud

⁴⁸⁰ VILADRICH y MARTÍ (1981), p. 98.

⁴⁸¹ Un sencillo y claro acercamiento a los astrolabios universales en PUIG (1992).

⁴⁸² KING (1987c).

⁴⁸³ DORCE (2008), p. 67.

⁴⁸⁴ Hay mucho publicado sobre Azarquiel y sus *azafeas*, el tipo de proyección estereográfica que utilizan, sus características y sus usos, a destacar: PUIG (1987): Estudio y traducción del árabe al español del tratado del uso de la *azafea zarqāliyya* de Azarquiel en base al manuscrito Ms 962 de la Biblioteca Monasterio del Escorial. Especialmente clara la descripción de las proyecciones de la *azafea* en su cara frontal y en su dorso en pp. 13-25; CHARETTE (2003), pp. 92-103; SAMSÓ (2011), pp. 180-199 y 488-490; D'HOLLANDER (1999), pp. 250-252; PUIG (1987a); MILLÁS (1949), pp. 125-176; MICHEL (1947), pp. 93-102.

del observador.⁴⁸⁵ La poca aceptación y difusión que tuvo esta solución universal en los años siguientes a la propuesta de Azarquiel, puede deberse a que el complejo entramado de líneas que cubre la superficie frontal de cada una de las mencionadas *azafeas* impide la incorporación de elementos decorativos que, aquí sí, habrían comprometido su funcionamiento correcto. Si a eso se une la pérdida del sentido intuitivo de la rotación terrestre que ofrece la tradicional *araña* de un astrolabio y la mayor dificultad de su uso, se puede explicar el escaso número de ellas que debieron construirse a tenor de las pocas *azafeas* que nos ha llegado, cuatro *zarqāliyyas* y tres *šakkāziyyas*. De ellas sólo tres se hicieron en al-Andalus (fichas A15, A17 y A25) y, de las tres, sólo una se conserva en España, en la Real Academia de las Ciencias y las Artes de Barcelona, la *azafea zarqāliyya* realizada en Murcia por Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl en el 650H/1252-53 (ficha A25).⁴⁸⁶

El escritor cairota Ibn al-Qifṭī (ca. 1172-1258) resaltó las dificultades que tuvo la difusión de la *azafea* de Azarquiel por el Islam oriental, debido a su complejidad. La llegada de la *azafea* a Egipto se produjo en periodo mameluco y fue el astrónomo Abū-l-Ḥasan ‘Alī al-Marrākushī, activo en el Cairo en 1280, quien la incluyó en su estudio sobre todos los instrumentos astronómicos conocidos en su época que tituló *Ŷamali’ al-mabādī wa-l-gayat fī ‘ilm al-mīqāt* (Suma de los principios y los objetos de la ciencia de la determinación de la hora) en la que dedica ciento treinta capítulos a explicar el uso de la *azafea zarqāliyya*.⁴⁸⁷ El conocimiento de la *azafea* se consolidó también en textos elaborados en el Magreb (s. XIV), Siria (s. XIV), Samarcanda (s. XV) e incluso Delhi en el siglo XVII.⁴⁸⁸

En cuanto a la difusión de la *azafea* por territorios cristianos, hay que tener en cuenta que sólo nos han llegado en árabe los textos relativos al uso de esos instrumentos mientras que la información relativa a su descripción y diseño la conocemos gracias a la traducción realizada en el siglo XIII en el *scriptorium* de Alfonso X de Castilla de la que se hablará más adelante (ver 8.1.2). Su difusión al resto de los reinos europeos tuvo lugar ya en el siglo XVI, destacando la reinterpretación del tratado de la *azafea zarqāliyya* realizada por el astrónomo y matemático holandés Regnier Gemma Frisius (1508-1554) en su obra *De astrolabio catholico liber* publicada en 1550 en Lovaina que tuvo una gran difusión y dio a conocer a Azarquiel en la Europa occidental.⁴⁸⁹ El matemático y astrónomo español Juan de Rojas, discípulo de Gemma Frisius, incorporó también los fundamentos matemáticos de la *azafea zarqāliyya* de Azarquiel a su obra *Commentarium in astrolabium quod planisphaerium vocant* escrita en 1550 y con una

⁴⁸⁵ KING (2005a), p. 58. La *azafea šakkāziyya* usa una alidada normal y la *zarqāliyya* una alidada con cursor.

⁴⁸⁶ PUIG (2003); MILLÁS (1944).

⁴⁸⁷ PUIG (2004); PUIG (2003), p. 362.

⁴⁸⁸ SARMA (1996), pp. 721-732. Nos ha llegado un tratado sobre la construcción y el uso de la *azafea* en sánscrito, además de una *azafea zarqāliyya* de 55 cm de diámetro realizada en Delhi, el año 1091H/1680-81 para Nawāb Iftikār Khān ubicada en el observatorio de Jaipur y otra *azafea šakkāziyya* de 92 cm de diámetro con inscripciones en árabe y sánscrito. Resulta curioso que las dos *azafeas* más grandes que nos han llegado se hicieran tan lejos de al-Andalus, el lugar donde se inventó ese instrumento; VERNET y SAMSÓ (1994), p. 567. Las dos *azafeas* de Azarquiel, la *zarqāliyya* y la *šakkāziyya* fueron conocidas en Oriente e influyeron en diseños de otros instrumentos como el astrolabio del sirio Ibn Sarrāy (s. XIV), el astrolabio de ‘Alī al-Wadā’ī (s. XIII), el cuadrante sirio de ‘Ala’ al-Dīn Ṭibugā (s. XIV) y el cuadrante de Ŷamāl al-Dīn al-Māridīnī (s. XIV).

⁴⁸⁹ D’HOLLANDER (1999), p. 21.

notable difusión en el occidente cristiano.⁴⁹⁰

El otro tratado sobre un astrolabio universal que se generó en el Toledo del siglo XI fue el *Tratado de la Lámina Universal* de Abū l-Ḥasan ‘Alī ibn Jalaf ibn Aḥmar al-Ṣaydalānī, que tituló *Al-aṣṭurlāb al-ma’mūnī* y terminó en 464H/1071-1072 en la que propone otra manera distinta a la de la *azafea* de conseguir un instrumento utilizable en todas las latitudes.⁴⁹¹ Poco se sabe de la identidad del autor salvo que su apodo al-Ṣaydalānī se traduce por “el farmacólogo” lo que permite ubicarle en los círculos botánicos toledanos mostrando una vez más la interdisciplinaridad de los intelectuales andalusíes, activos en varios campos de la ciencia.⁴⁹² A pesar de la correcta estructura matemática y astronómica de la solución universal concebida y publicada por ‘Alī ibn Jalaf, no debió despertar mucho interés entre los constructores de instrumentos y sus mecenas porque no nos ha llegado ningún ejemplar medieval de esa *Lámina Universal*.⁴⁹³ Básicamente consta de una *araña* dividida horizontalmente en dos mitades, la superior con una red de coordenadas del tipo *šakkāziyya* y la inferior con los punteros estelares de una *araña* tradicional, superpuesta a una *lámina* que lleva grabada también las curvas de una *šakkāziyya*.⁴⁹⁴ Si conocemos esta estructura es gracias a la traducción al castellano del tratado sobre este instrumento, el *Libro de la Lámina* que forma parte del *Libro del Saber de Astrología*, un compendio realizado en el *scriptorium* de Alfonso X *el Sabio* en 1278 y del que se hablará más adelante (ver 8.2.2). Del tratado de Ibn Jalaf no nos ha llegado copia en árabe aunque sí un comentario detallado sobre el mismo en el tratado de instrumentos astronómicos de Naʿīm al-Dīn al-Misrī (activo en el Cairo y Alepo ca. 1325-1340) brillantemente estudiado por François Charette.⁴⁹⁵ Y en cuanto a la influencia de la *lámina universal* en el occidente latino, sus características están incluidas íntegramente en la obra *The Mathematical Jewel* que escribió el matemático inglés John Blagrove (m. 1611) a finales del siglo XVI.⁴⁹⁶

La enorme fecundidad de la actividad científica relativa a astrolabios del periodo taifa, se vio truncada por la conquista almorávide, un periodo (1086-1146) con escasa actividad relacionada con astrolabios, aunque no con otras actividades científicas (i.e. la agronomía y la medicina). Šarq al-Andalus fue un refugio para los científicos andalusíes durante el periodo almorávide (1086-1145) ya que el rigor religioso de los nuevos gobernantes dificultaba la actividad científica en la capital.⁴⁹⁷ No nos ha llegado ningún astrolabio fechado en ese periodo, lo cual hace dudar que se construyera alguno, pero sí un tratado del astrolabio firmado por Abū-l-Ṣalt al-Dānī.

⁴⁹⁰ Sobre el astrolabio de Juan de Rojas ver: D’HOLLANDER (1999), pp. 263-272.

⁴⁹¹ Mucho hay publicado sobre la *Lámina Universal*, a destacar: CALVO y PUIG (2006); SAMSÓ (2011), pp. 185-187 y 489; D’HOLLANDER (1999), pp. 253-257; SAMSÓ (1987b).

⁴⁹² SAMSÓ (2011), p. 181.

⁴⁹³ En el Museo de Ciencia y Tecnología de Madrid hay un instrumento del siglo XVI posiblemente perteneciente a Juan de Herrera que se asemeja a la *Lámina Universal*. Ver MORENO, VAN CLEEMPOEL y KING (2002).

⁴⁹⁴ Sobre la estructura de esta *Lámina Universal* ver CALVO y PUIG (2006).

⁴⁹⁵ CHARETTE (2003), pp. 103-108.

⁴⁹⁶ KING (2005a), p. 59. A pesar de su escasa difusión, las características de la *Lámina Universal* de ‘Alī ibn Jalaf se hacen patentes en el astrolabio universal que hizo el astrónomo sirio Ibn al-Sarrāy en el siglo XIV.

⁴⁹⁷ VERNET y SAMSÓ (2004a), p. 37.

Umayya ibn ‘Abd al-‘Azīz ibn Abī al-Ṣalt al-Dānī al-Andalusī, natural de Denia (460H-529H/1068-1134) escribió su *Risāla fī-l-‘amal bi-l-aṣṭurlāb* (Epístola sobre el uso del astrolabio), en 503H/1109-1110, mientras estaba prisionero en el Cairo. La situación política en esa importante ciudad del Mediterráneo era más propicia a la elaboración de un tratado sobre el astrolabio que la Denia natal de Abū-l-Ṣalt al-Dānī bajo control almorávide y con un ambiente poco favorable al estudio de la astronomía y la filosofía.⁴⁹⁸

Su texto tiene la estructura habitual de los tratados de uso del astrolabio y ha llegado a nosotros en cinco manuscritos en árabe. Se considera que fue el tratado del astrolabio andalusí que más se conoció en Oriente e introdujo allí el calendario zodiacal, un elemento identificativo de los *dorsos* de los astrolabios andalusíes que sólo se implementó en astrolabios islámicos orientales a partir del siglo XIII.⁴⁹⁹ También incluye el tratado el método para determinar la *qibla*.⁵⁰⁰

Sin embargo, la incorporación de al-Andalus a un imperio almohade (1145-1232) cuyo racionalismo favoreció la presencia de las ciencias en el entorno cortesano, reactivó la actividad astronómica con una importante dimensión astrológica, esta vez centrada en Sevilla y Marrakech.⁵⁰¹ Nos ha llegado un buen número de astrolabios de época almohade, todos firmados por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā’irī en Sevilla (fichas A14 a A23), sin embargo, en lo que se refiere a tratados del astrolabio, sólo se conoce el que escribió Ibn al-Naṭṭāḥ en torno a 1230, un texto de poca calidad que hace dudar que su autor fuera un astrónomo competente. El único interés del tratado es que ofrece datos sobre las *qiblas* de las mezquitas andalusíes.⁵⁰²

Miquel Forcada sostiene que, durante los periodos almorávide y almohade, la ciencia retornó a las disciplinas tradicionales, la astrología desapareció y la astronomía derivó hacia la filosofía, pudiendo eso explicar el descenso en el interés por los astrolabios.⁵⁰³ Además y como consecuencia de la absorción política de al-Andalus por el Magreb entre 1086 y 1228, los científicos andalusíes tendieron a emigrar al norte de África, empujados por las conquistas cristianas y por las nuevas oportunidades profesionales que encontraban allí. Esto provocó el desarrollo de escuelas científicas magrebíes que continuaron la tradición andalusí. Al-Andalus se independizó del Magreb con el establecimiento de la dinastía nazarí en 1232 en un al-Andalus reducido al reino de Granada. En el periodo nazarí se recuperó el espíritu más abierto de los reinos de taifas disminuyendo la presión ideológica sobre la ciencia aunque, cuando el historiador nazarí Ibn al-Jaṭīb habla, en su crónica de Granada sobre el más importante astrónomo de su tiempo, al-Ḥusayn ibn Bāṣo, destaca de él que “era hábil en la astronomía

⁴⁹⁸ FORCADA (2004), p. 56.

⁴⁹⁹ Un acercamiento a la vida y la obra de Abū-l-Ṣalt al-Dānī en COMES (2012); COMES (2007); SAMSÓ (2011), pp. 313-314; Una traducción al catalán de los títulos de cada uno de los 69 capítulos del tratado tal como se conserva en el Ms Berlin 5798 en MILLÁS (1931), pp. 77-81; VERNET y SAMSÓ (2000), p. 290.

⁵⁰⁰ RIUS (2000), p. 224. El tratado explica cómo determinar la *qibla* desde un punto cardinal y también como trasladar la *qibla* de un lugar a otro. Eso fue lo que produjo el error generalizado de las orientaciones de las mezquitas andalusíes posteriores a la de Córdoba pues su *qibla* fue “exportada” a todo al-Andalus y el Magreb.

⁵⁰¹ BRENTJES y MORRISON (2010), p. 630.

⁵⁰² SAMSÓ (2011), pp. 313-314.

⁵⁰³ FORCADA (1997), p. 242.

teórica aunque seguía la *sunna* y los límites de los doctores en esta materia”.⁵⁰⁴ Pero se protegieron las ciencias y fue en ese momento cuando están documentadas por primera vez en al-Andalus dos importantes instituciones relacionada con las ciencias: la *madrassa* y el *māristān*.

En los primeros años del reino *naṣrī* se escribió un tratado del astrolabio dedicado al astrolabio lineal, un tipo de instrumento que inventó el astrolabista persa Šaraf al-Dīn al-Ṭūsī (m. 1213) y del que no se ha conservado ningún ejemplar (ver capítulo 2). Lo escribió Abū Yahya Muḥammad ibn Riḍwān ibn Arqam al-Numayrī (m. 657H/1259), un geómetra y astrónomo que fue además cadí de Guadix y Purchena. Su *Risāla fī-l-aṣṭurlāb al-jaṭṭī wa-l-‘amal bi-hi* (Tratado del astrolabio lineal y sus usos) no nos ha llegado pero, el hecho de que lo mencione Ibn al-Jaṭīb en su historia de Granada, pone de manifiesto que los astrolabios lineales debían interesar en al-Andalus, al menos en esas fechas.⁵⁰⁵

El broche de oro en la invención de astrolabios universales en al-Andalus, lo puso, en la Granada nazarí, el ya mencionado astrónomo y matemático Abū ‘Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāšo (m. 716H/1316-17). Este personaje fue relevante en la sociedad granadina, como recoge Ibn al-Jatīb (Loja, 1313–Fez, 1374) en su obra *Al-Ihata fī ta’rij Garnata* sobre la historia de Granada, porque ocupó el puesto de *ra’īs al-muwaqqitīn* es decir de jefe de los *muwaqqit* (calculadores de la hora), jefe de los almuédanos (*imām al-mu’addinīn*), encargado de las oraciones en la mezquita aljama de Granada (*amīn awqāt al-ṣalawāt*) y *ṣayj al-ḡamā’a* (maestro de la comunidad), siendo además el autor del *Tratado sobre la Lámina General para todas las Latitudes* (*Risālat al-safīha al ḡāmiya li-ḡami al-urūd*) terminado en el año 673H/1274-1275 y del que nos ha llegado su texto completo en árabe brillantemente estudiado por Emilia Calvo.⁵⁰⁶ Este intelectual multifacético, al que se le atribuye un astrolabio (ficha A26) y padre del astrolabista Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo del que nos han llegado tres astrolabios (fichas A27, A28 y A29), confirió a su invento una característica que incrementó su impacto, tanto en la producción de astrolabios en el resto del Islam, como en la de la Europa cristiana. Su *lámina general para todas las latitudes* precisa para su funcionamiento de la superposición sobre ella de una *araña* estándar y, por tanto, con ella mantiene el astrolabio su aspecto tradicional y no se merma su dimensión estética. La innovadora *lámina* se incorpora, como una más, al conjunto de *láminas* que tiene el astrolabio y, aunque podría sustituirlas a todas, nunca lo hace sino que las completa.

La *lámina general* de Ibn Bāšo representa la síntesis de los instrumentos universales inventados en al-Andalus en el siglo XI, las *azafeas* de Ibn al-Zarqālluh y la *lámina universal* de ‘Alī ibn Jalaf, además de la *ṣafīha al-āfāqiyya* (*lámina de horizontes*) del astrónomo y matemático abasí Ḥabaš al-Ḥāsib (m. ca. 864).⁵⁰⁷ Ibn Bāšo deja claro en el prólogo de su tratado

⁵⁰⁴ FORCADA (1997), pp. 242-243.

⁵⁰⁵ Biografía de ibn Arqam en PUIG (2009); PUIG (1983). Estudio del tratado del astrolabio lineal y a su autor.

⁵⁰⁶ Todo sobre ibn Bāšo, transcripción del tratado en árabe y traducción al castellano en CALVO (1993); Biografía de ibn Bāšo en CALVO (2009); Sobre la precisión de la *lámina general* ver CALVO y MIELGO (1994).

⁵⁰⁷ CHARETTE (2003), p. 59. La llamada “*lámina de los horizontes*” consiste en 4 grupos de semi-horizontes para un número grande de latitudes distribuidas en los 4 cuadrantes de la lámina. Se completa con una escala de declinaciones a lo largo del radio. Este tipo de lámina se inventó en Bagdad en el s. IX pero no se sabe quién fue. En una fuente andalusí, la de al-Zubayr del s. XIII, se atribuye a Ḥabaš al-Ḥāsib; MORRISON (2013), p. 119.

que su invento es diferente de los previos para no causar confusión y que su *lámina general* está perfeccionada y permite más funciones que las otras. Tiene una extensión de 160 capítulos en los que se explica cómo es y cómo se usa la *lámina general* y algunas de sus partes están tomadas del tratado del cordobés omeya Ibn al-Šaffār, en concreto todas las correspondientes a las medidas de alturas. Nos han llegado tres copias en árabe del tratado que se difundió rápidamente por el Magreb y por el Islam oriental.⁵⁰⁸ Parte de su contenido se incorporó al tratado sobre instrumentos astronómicos, ya mencionado, que escribió Naʿīm al-Dīn al-Misrī en Egipto entre 1325 y 1340.⁵⁰⁹ En occidente fueron varios astrónomos los que incluyeron la *lámina general* o variaciones sobre ella en sus tratados del astrolabio, como Jean de Lignères, astrónomo de la escuela de París en el siglo XIV, el astrónomo alemán Johannes Schöner Regiomontanus en su tratado de 1534 o el astrónomo inglés John Blagrove (m. 1611), entre otros.⁵¹⁰

Prueba de la casi inmediata implementación práctica de esta *lámina general* es el hecho de que un astrolabio anónimo, que podría ser andalusí o del norte de África, con fecha atribuida de 1289, la incorpora ya, sólo quince años después de la finalización del tratado teórico que la describe. El propio hijo de Ibn Bāšo incorporó el invento de su padre a dos de los tres astrolabios que nos han llegado firmados por él a principios del siglo XIV (fichas A28 y A29) y se contabilizan un total de veintitrés astrolabios que incorporan la *lámina general* entre su conjunto de *láminas*, cinco de ellos andalusíes y el resto de otras partes del Islam, desde el norte de África hasta la India y de cronologías comprendidas entre el siglo XIV y el XVIII.⁵¹¹ Tomando Egipto como ejemplo, está documentado el conocimiento del tratado de la *lámina general* de Ibn Bāšo en el sultanato mameluco (1250-1517) materializado en la que construyó el astrónomo egipcio y *muwaqqit* de la mezquita de Damasco Muḥammad ibn Aḥmad al-Mizzī, en 734H/1334, sólo sesenta años después de que Ibn Bāšo completara su tratado.

El tratado de Ibn Bāšo cierra la brillante contribución de los intelectuales andalusíes a la búsqueda de soluciones universales a la instrumentación astronómica y también la producción de tratados de astrolabios en al-Andalus. En el anexo 3 se recogen en una tabla-resumen todos los tratados andalusíes, tanto de astrolabios estándar, como de astrolabios universales.

8.1.2.-Tratados del Astrolabio en los reinos cristianos hispanos

Los tratados del astrolabio que se escribieron en al-Andalus tuvieron buena difusión e influencia tanto en el resto del Islam como en la Europa cristiana y son un perfecto ejemplo de la bidireccionalidad de la transmisión de las ideas científicas entre oriente y occidente en la Edad Media.⁵¹²

⁵⁰⁸ CALVO (1996).

⁵⁰⁹ CHARETTE (2003), pp. 108-111.

⁵¹⁰ CALVO (1992b), pp. 68-69.

⁵¹¹ CALVO (1993), pp. 27-32.

⁵¹² Una reflexión sobre la difusión de la ciencia de oeste a este en el Islam medieval en SAMSÓ (1973), pp. 187-190; Mucho hay publicado sobre la ciencia en el occidente cristiano medieval con la astronomía y los astrolabios como parte ella. Se destacan, entre otros: LINDBERG (2013); BURNETT (2013); EASTWOOD (2013); McCLUSKEY (2013); NORTH (2013); SHANK (2013); LINDBERG (1992); BEAUJOUAN (1957a); SAMSÓ (1984).

Mucho se ha debatido y escrito sobre el momento en que llegaron a los reinos cristianos de la península Ibérica los primeros textos andalusíes y en concreto los tratados del astrolabio que son los que nos atañen. Se identifican varias posibilidades, todas fechadas en el siglo X y vinculadas tanto a las relaciones diplomáticas entre al-Andalus y la Marca Hispánica, siempre lideradas por intelectuales de las cortes respectivas, como al hecho de que esa parte de la península Ibérica, ya separada *de facto* del reino franco en esas fechas, fuera zona de paso de embajadores, comerciantes y viajeros de las tres religiones (cristianos, musulmanes y judíos), desde Europa al califato omeya. Los eventos documentados son:

- El paso por Barcelona, camino de la Córdoba califal, de embajadas procedentes de otros reinos europeos como la de Hugo de Provenza y la de Juan, abad de Gorza y embajador del emperador Otón I de Alemania en el año 953 para completar una estancia de 3 años en Córdoba con el cultísimo obispo mozárabe Recemundo, uno de los autores del Calendario de Córdoba.⁵¹³
- Las embajadas enviadas por el conde Borrell II al califa ‘Abd al-Raḥman III en 950 y 956.
- La embajada enviada por ‘Abd al-Raḥman III desde Córdoba a Barcelona encabezada por su médico, el judío Ḥasday ben Shaprūt en 940 para firmar una paz entre el condado y el califato.
- Las embajadas enviadas también por el conde Borrell II pero ya al califa al-Ḥakam II en los años 971 y 974.
- La estancia de varios meses en Córdoba del conde Gomar, futuro obispo de Gerona y autor de la *Chronica regnum francorum*, durante el califato de al-Ḥakam II, como representante del conde de Barcelona.⁵¹⁴

No se incluye en esta relación de viajes y embajadas el discutido posible viaje a Córdoba del monje Gerberto de Aurillac, luego arzobispo de Reims y finalmente papa Silvestre II, durante su estancia en Vic del año 967 a 970 bajo la protección del obispo Ató de Vic y del conde Borrell II de Barcelona.⁵¹⁵ Cierta historiografía francesa ha exagerado un poco el papel, sin duda importante pero no único, de Gerberto de Aurillac en la difusión del conocimiento del astrolabio en el reino franco y el resto de reinos cristianos. El tema de su potencial viaje a Córdoba entre el 967 y el 970 ha quedado totalmente descartado por la historiografía por no referirse a él su biógrafo, el monje Richier, y ser innecesario que viajase a Córdoba cuando todos los conocimientos que hubiera podido adquirir allí estaban ya disponibles y en fase de traducción en la Marca Hispánica.⁵¹⁶

⁵¹³ COMES-R (2004), pp. 84-85; McCLUSKEY (2000), pp. 169-170.

⁵¹⁴ VERNET (1986), pp. 45-46.

⁵¹⁵ MENÉNDEZ PIDAL (1955), p. 13; DELCOR (1974), pp. 63-64. Fue el cronista Adhémar de Chabannes, contemporáneo de Gerberto de Aurillac el que escribió que Gerberto viajó a Córdoba para estudiar: *Gerbertus, causa sophiae primum Franciam, deinde Cordubam lustrans*. Hoy no se da validez a su afirmación porque Gerberto no sabía árabe y un monje habría sido considerado un traidor si hubiera viajado a Córdoba en el contexto político de ese momento.

⁵¹⁶ Un buen resumen de la estancia de Gerberto en el condado de Barcelona incluido el debate sobre su improbable viaje a Córdoba en PUIGVERT (2000a), pp. 27-36; BURNETT (1988), p. 329: Se ha tendido a concentrar en la Lotaringia y el noreste de Francia por un lado y en las escuelas monásticas del sur de Alemania por otro la responsabilidad de haber difundido los textos del astrolabio y del conocimiento de las estrellas en Europa centrand

Fuera cual fuera el evento, o incluso cualquier otro no registrado documentalmente, lo cierto es que la primera traducción, de la que tenemos constancia, de un texto árabe al latín fue precisamente de un tratado del astrolabio. Se llevó a cabo entre los años 978 y 995 en la Marca Hispánica y en ese ejercicio pudo estar implicado Lupitus Barchinonensis, denominado en otras fuentes como Sunifredo Llobet, un mozárabe archidiácono de la catedral de Barcelona entre el 973 y el 997 y quizá vinculado al *scriptorium* del monasterio de Santa María de Ripoll, cenobio que se considera el mayor refugio de monjes mozárabes procedentes de al-Andalus.⁵¹⁷ Si bien el gran historiador de la ciencia José M^a Millás apostó en 1931 por la participación de Lupitus en la traducción del primer tratado del astrolabio en Barcelona y por el papel pionero del *scriptorium* de Ripoll, hoy se considera que los argumentos que apoyaron esas tesis son frágiles.⁵¹⁸ El muy reconocido filólogo e historiador de la ciencia Charles Burnett considera que Lupitus/Llobet pudo ser o no el autor de la primera traducción de un tratado del astrolabio, pero que, en todo caso, el autor tuvo que ser un intelectual que conocía el árabe y se ubicaba en Barcelona pues el texto toma como latitud de referencia la de esa ciudad.⁵¹⁹

La historiografía denomina *viejo corpus de textos sobre el astrolabio* a un conjunto de tratados en latín, conservados en varios manuscritos, entre ellos el Ms. Ripoll 225 del Archivo de la Corona de Aragón (ACA), el Ms. Lat. 7412 de la Biblioteca Nacional de Francia (BNF), el Ms Chartres 214 (manuscrito destruido en 1944) y British Museum Ms Old Royal 15B,IX. Todos son el resultado de una actividad de traducción de textos en árabe unidos a la observación y descripción de astrolabios andalusíes, que tuvo lugar durante el final del siglo X y la primera parte del siglo XI en los territorios de la denominada Marca Hispánica. Mucho se ha escrito sobre estos importantísimos primeros momentos de la difusión del astrolabio y de la ciencia andalusí en general a los reinos cristianos, empezando por José M^a Millas y toda su escuela: Juan Vernet, Julio Samsó, Mercé Comes, Mercè Viladrich, entre otros, hasta los más recientes trabajos de Gemma Puigvert i Planagumà y los muy relevantes fuera de nuestras fronteras de André van de Vyver, Paul Kunitzsch, Guy Beaujouan, Emmanuel Poulle, Charles Burnett o

en la figura de Gerberto de Aurillac, arzobispo de Reims, toda esa actividad. Burnett no quita méritos a esas escuelas y tuvieron un papel difusor importante en el s. XI pero considera que la cosa no empezó allí sino en Fleury, Micy y Chartres a principios del s. XI y luego ya siguieron los otros centros; reflexión sobre Gerberto y su relación con la astronomía y la instrumentación científica en POULLE (1985) y RIERA (1983), pp. 42-48; la visión de Millás en MILLÁS (1960), pp. 96-100; sobre Gerberto y su relación con las escuelas monásticas y catedralicias ver GILSON (1965), pp. 223-224.

⁵¹⁷ Mucho se ha publicado sobre la figura de Lupitus /Sunifredo y la importancia del *scriptorium* de Ripoll en los primeros pasos del astrolabio y otros instrumentos astronómicos en territorio cristiano. Ver: PUIGVERT (2000a); COMES-R (2004), p. 93; PUIGVERT (2000b); VAN DE VYVER (1931); LATTIN (1932); CASTIÑEIRAS (1999).

⁵¹⁸ VERNET y SAMSÓ (2004a), pp. 40-41. La afirmación de Millás de que Lupitus Barchinonensis participó en esa actividad no cuenta con suficientes evidencias puesto que sólo se basa en la carta que Gerberto de Aurillac le escribió en 984 pidiéndole el “Libro de astrología” y no hay evidencias de que ese “Libro de Astrología” sea uno de los textos sobre el astrolabio del “viejo corpus”. Aunque las fechas en que Lupitus/Sunifredo fue archidiácono de Barcelona (975-995) cuadran bien, hay dos datos en contra: a) la tabla de estrellas de Maslama en que se basan los textos del viejo corpus es posterior a 978 y b) parece mucho suponer que las noticias se difundieran tan deprisa en el s. X como para que Gerberto en 984 pidiera un texto que estaba casi recién traducido. En cuanto al Monasterio de Ripoll, Millás creía que el Ms Ripoll 225 era el manuscrito más antiguo y hoy se sabe que es una copia sin ilustraciones hecha en la 1^a mitad del s. XI de un texto original que sí estaba ilustrado y cuyos dibujos conocemos gracias a otras copias.

⁵¹⁹ BURNETT (1998), p. 330.

David A. King, entre otros.⁵²⁰ En los siguientes párrafos se trata de recoger los hitos más relevantes investigados y recogidos en los libros y artículos publicados por esa espléndida representación de filólogos e historiadores de la ciencia, aun aceptando el riesgo de no plasmar la complejidad del proceso en toda su extensión y destacando los aspectos más cercanos a la materialidad de los astrolabios.

Se considera que el más antiguo de los tratados del astrolabio que nos ha llegado escrito en latín es el titulado *Sententie Astrolabii* en el que se identifican partes traducidas del tratado del astrolabio de al-Jwārizmī, partes del *Planisphaerium* de Ptolomeo según la recensión que hizo Maslama al Maʿrītī en Córdoba, partes del tratado de al-Battānī y partes que provienen de la observación directa de un astrolabio andalusí cuyas inscripciones en árabe se identifican en los dibujos que ilustran el tratado conservado en el manuscrito BNF Ms. Lat. 7412. La serie de nueve dibujos que incluye este manuscrito (BNF, Ms Lat. 7412, ff. 19v-23v), reproducen la *araña*, el *dorso*, la *madre* y las tres *láminas* grabadas por ambas caras de un astrolabio andalusí firmado por Jalaf ibn al-Muʿād que es, a fecha de hoy, el autor del astrolabio más antiguo que nos ha llegado de al-Andalus (ficha A1) y confirma que esos instrumentos habían llegado a los condados catalanes y sirvieron de modelo para la construcción de los primeros astrolabios con inscripciones en latín (ficha C1) y de apoyo visual y gestual a la ardua tarea de la traducción.⁵²¹ A modo de ejemplo, los tratados del astrolabio islámicos no incluyen la tabla de los *climas* ptolemaicos y por tanto las traducciones directas de estos textos al latín tampoco los deberían llevar. Sin embargo los *climas* aparecen en *Sententie Astrolabii* y después en otros tratados latinos y eso debió ser porque sus autores decidieron incorporar algo que estaba grabado en las *láminas* de los astrolabios de fecha temprana que tenían en sus manos y lo consideraron importante.⁵²² La consecuencia es que, mientras que en los astrolabios andalusíes que nos han llegado no aparecen datos relativos a los *climas* porque dejaron de implementarse a partir del siglo XI, en los realizados en los reinos cristianos tenemos datos relacionados con los *climas* en seis de los quince astrolabios catalogados, lo que representa un 40% del total (ver punto 5.5.2.1).

El manuscrito ACA Ms Ripoll 225, titulado *Tractat d'astronomia i del relloatge* y cuya fecha atribuida es el siglo XI, en un misceláneo compuesto por 14 textos de distintas fechas, origen y nivel de elaboración:⁵²³

- *De utilitatibus astrolabii*.
- *De mensura astrolabii*.
- *De horologium secundum alkoram id est speram rotundam* (fragmento).
- *Geometria incerti auctoris*.
- *De mensura astrolapsus*.
- *Astrolabii sententiae* (ff. 24v-35r): el primer tratado del astrolabio traducido al latín.⁵²⁴

⁵²⁰ Estudios a destacar de entre los consultados, a modo de muestra: SAMSÓ (2004c); KUNITZSCH (2000b); POULLE (1995); BURNETT (1998); KUNITZSCH (1987); KUNITZSCH (1993); MILLÁS (1949), pp. 61-107;

⁵²¹ SAMSÓ (2004a); KUNITZSCH (1998).

⁵²² KUNITZSCH (2000b), pp. 392 y 396-397.

⁵²³ VALLS (1931), p. 171.

⁵²⁴ PUIGVERT (2000b), pp. 181-182: La introducción de *Astrolabii Sententiae* tiene un estilo muy literario y se considera original del archidícono Lupitus/Llobet de Barcelona y no producto de una traducción.

- *De nominibus laborum laboratorum in ipsa tabula.*
- *Capitula orologi regis Ptolomei.*
- *Regule de quarta parte astrolabii.*
- *De Temporum Ratione de Beda* (extracto).
- *De astrolabii compositione.*
- *Descripción de una clepsidra.*
- *Descripción de un gnomon.*
- *De diuisione igitur climatum que fit per almucantarath.*

Como puede observarse, algunos de estos 14 textos tienen que ver con el astrolabio pero otros no. Los textos sobre el astrolabio del Ms Ripoll 225 se pueden clasificar en dos grupos:⁵²⁵

- Textos relativos al modo de trazar astrolabios: *De mensura astrolabii* (ff. 1v-10r), *De mensura astrolapsus* (ff. 22v-23v).
- Textos relativos al uso del astrolabio precedidos de su descripción: *Astrolabii sententiae* (ff. 24v-35r), *De utilitatibus astrolabii* (ff. 1r, 10v-20r, 23v-24v), *De diuisione igitur climatum que fit per almucantarath* (ff. 98r-102v).
- *De astrolabii compositione* (ff. 65v-84v) es una descripción del astrolabio usando partes de los otros textos, un copia-pegar de fragmentos sacados de los otros textos.

Julio Samsó considera que todos estos textos no son el resultado de traducir al latín textos concretos en árabe sino que, básicamente, describen un astrolabio material que tenían en la mano completándolo con información extraída de varios textos. Es relevante hacer notar que algunas de esas primeras traducciones son de algún modo bilingües pues registran en el texto los términos en árabe que aparecen inscritos en los astrolabios junto a su traducción al latín, como si pretendieran facilitar el uso de astrolabios islámicos en los reinos cristianos. También es reseñable la propuesta de Arianna Borrelli de que estos textos traducidos, y sobre todo aquellos que incorporan dibujos como el ya mencionado BNF Ms Lat. 7412, fueron agentes evocadores de conceptos abstractos matemáticos y transmisores de conocimientos relativos a esa disciplina.⁵²⁶

La primera etapa de difusión del astrolabio y los textos relativos a este instrumento del árabe al latín que tuvo lugar en Cataluña a finales del siglo X fue un hecho puntual que se interrumpió en el siglo XI para volver a retomarse en los siglos XII y XIII implicando ya a otros territorios peninsulares.

En el siglo XII destacó, por su difusión posterior, la actividad traductora del inglés Adelardo de Bath (activo ca. 1120-1150) cuya presencia en la península Ibérica no está documentada pero cuyas traducciones se basaron en textos andalusíes que debió llevar consigo a Inglaterra el judío converso nacido en Huesca Pedro Alfonso (ca. 1062-1140) que fue discípulo del matemático y rey de la taifa de Zaragoza Yūsuf al-Mu'tamin (r. 474H-478H/1081-1085) y

⁵²⁵ PUIGVERT (2000a), p. 52.

⁵²⁶ BORRELLI (2008), pp. 76, 203-206.

que ejerció como médico del rey Enrique I de Inglaterra.⁵²⁷ Se inició así al proceso masivo de traducciones de textos del árabe al latín y al hebreo que tuvo lugar en el siglo XII en los reinos cristianos hispanos. Históricamente se ha dado más visibilidad al centro de traducción que promovió en Toledo el obispo Raimundo de Sauvetât, (obispo de Toledo entre 1126 y 1151) que se nutrió de la gran biblioteca allí existente desde el periodo taifa.⁵²⁸ Pero hubo otro centro relevante, el que se instituyó en el valle del Ebro, probablemente alimentado por la biblioteca del rey matemático al-Mu'taman de la taifa de Zaragoza (r. 1081-1085) que pasó a manos del obispo Miguel de Tarazona (1119-1151).⁵²⁹ En ambos centros se tradujeron textos astronómicos y entre ellos tratados del astrolabio (ver Anexo 3 con la tabla-resumen de tratados del astrolabio y sus traducciones). Los intelectuales involucrados en actividades de traducción de textos con contenido astronómico, en sendos centros, fueron:

- En el valle del Ebro: Plato de Tívoli (activo en Barcelona 1132-1146), Robert de Ketton (activo en Tudela, 1141-1157), Hermann de Carintia (activo en Tudela, 1138-1143) también llamado Hermann el Dálmata y Rodolfo de Brujas. Además de estos traductores de textos del árabe al latín, destacó el polígrafo y rabino Abraham bar Ḥiyya (1065 - ca.1136), que trabajó en la corte del rey cristiano Alfonso I de Aragón en Barcelona, por sus traducciones del árabe al hebreo.⁵³⁰
- En Toledo: Juan de Sevilla (ca. 1110-1180) a quien también se le llama Johannes Hispalensis, el muy prolífico Gerardo de Cremona (activo en Toledo, 1114-1187) y Abraham ben 'Ezra (1089/92–1164/67), natural de Tudela y uno de los intelectuales judíos que, junto con su maestro Abraham bar Ḥiyya, dieron a conocer la ciencia andalusí a las comunidades hebreas hispanas y europeas y que fue autor de cuatro tratados del astrolabio, tres escritos en hebreo y uno en latín, cada uno realizado en una ciudad distinta: Mantua (1146), Verona (1146), Béziers (1148) y Rouen (latín, 1154).⁵³¹

Es este el momento de reflexionar sobre la naturaleza de la actividad de traducción de textos científicos de una lengua a otra y de desterrar el concepto, contemporáneo y no

⁵²⁷ Sobre Pedro Alfonso de Huesca y Adelardo de Bath ver MILLÁS (1960), pp. 105-108 y MILLÁS (1949), p. 217; TURNER (1985), p. 32. Adelardo de Bath dedicó su tratado del astrolabio fechado en 1142-1146 a Enrique Plantagenet, futuro Enrique II de Inglaterra; Además de la figura de Adelardo de Bath en Inglaterra, destacó otra en Francia que fue Raimundo de Marsella, autor del que se considera el primer tratado del astrolabio original en latín (ca. 1139) aunque con referente andalusí (ver D'ALVERNY (2009), pp. 12-16 y 50-107); La difusión de las traducciones del árabe al latín realizadas por ingleses o franceses, se realizó a través de las universidades de Oxford y París, respectivamente (ref. BEAUJOUAN (1967), p. 10).

⁵²⁸ Sobre el papel jugado por Castilla en la transmisión de la elevada cultura andalusí (matemáticas, astronomía, medicina y ciencias naturales) por vía de los traductores que acogió y cuyo trabajo patrocinó, ver MARTIN (2001); FORCADA (1999), pp. 417-418. Ibn al-Jaṭīb confirma que durante el proceso de traducciones masivas que tuvieron lugar en Toledo, los toledanos iban a buscar por los territorios recientemente conquistados a maestros que les ayudasen a entender los textos “de las ciencias de los Antiguos” que se estaban traduciendo allí y que crearán después escuela para gentes de las tres religiones interesadas en el legado clásico.

⁵²⁹ SAMSÓ (2004b), pp. 269-280.

⁵³⁰ Biografía de Abraham bar Ḥiyya en RODRÍGUEZ ARRIBAS (2010a).

⁵³¹ RODRÍGUEZ ARRIBAS (2016), p. 92. Los cuatro tratados de ben 'Ezra son diferentes porque sus respectivos comitentes le exigían cosas diferentes; SAMSÓ (2004b), pp. 286-287; GLICK (1992), pp. 88-89 y 199.; GÓMEZ ARANDA (2003), p. 26; MILLÁS (1960), pp. 110-114; Biografía de Abraham ben 'Ezra en RODRÍGUEZ ARRIBAS (2010c); Sobre los cuatro tratados del astrolabio de ben 'Ezra ver RODRÍGUEZ ARRIBAS (2013), pp. 226-245.

directamente aplicable al periodo medieval, de “traducción fidedigna”. A este respecto es destacable el estudio de Sonja Brentjes sobre algunas obras científicas que se tradujeron del griego al árabe en distintos periodos del Islam oriental, en los que se identifican distintas narrativas que informan de la búsqueda de distintos objetivos. Brentjes considera que los traductores de textos al árabe no eran meros “copistas” sino que elaboraban su propia narrativa tomando el contenido original de uno o varios textos clásicos en griego o ya traducidos al árabe en fechas previas. Estudiando las narrativas concretas de esos libros de ciencia traducidos se puede saber el tipo de intelectual que fue su traductor y también como era el mentor que lo encargó y hasta que punto se convirtieron en manifestaciones del poder.⁵³² Aunque Brentjes concentra su estudio en las traducciones al árabe que se realizaron en sociedades islámicas, que es su campo de especialización, el planteamiento se puede extender a las traducciones del árabe al latín que se realizaron en territorio peninsular y que precisarían de estudios adicionales bajo esta perspectiva de búsqueda de narrativas diferenciadoras.

El siglo XIII se inició con un importante evento militar, la derrota almohade en la batalla de las Navas de Tolosa en 1212 que supuso, por un lado, el fin de tres siglos de esplendor de la ciencia andalusí y por el otro el inicio de un liderazgo intelectual en el campo de la ciencia en los reinos cristianos hispanos con figuras como Alfonso X y su equipo científico en Castilla y Ramón Llull y Arnau de Vilanova en Aragón /Mallorca. Es también en este siglo XIII cuando los astrolabios realizados en los reinos cristianos ganan tanto en calidad en su trazo como en repertorio decorativo (ver punto 5.5.1 y fichas de astrolabios C7 a C15). La obra de Alfonso X relativa a astrolabios se aborda a continuación, la de Ramón Llull en el punto 8.2 y Arnau de Vilanova se sortea por no constar relación alguna entre sus textos y los astrolabios.

Fueron cuatro los tratados del astrolabio que salieron del *scriptorium* de Alfonso X de Castilla, los cuatro escritos en castellano y los cuatro compilados en una de las grandes obras de la ciencia medieval: el *Libro del Saber de Astrología*, un compendio astronómico de 16 libros, terminado en 1278 y que ha sido objeto de muchos y variados estudios desde muchas perspectivas, destacando, sobre todos, los realizados por Juan Vernet, Julio Samsó y sus discípulos de la escuela de Barcelona.⁵³³ Los cuatro libros relativos a astrolabios son:

- *Libro del Astrolabio Redondo* escrito por Rabbi Iṣḥāq ben Sīd (Rabiḥag de Toledo), es una adaptación del ya mencionado *Kitāb al-‘amal bi-l-aṣṭurlāb* (Libro del uso del astrolabio) del cordobés Ibn al-Samḥ (368-426H/979-1035). La obra alfonsí sigue la misma estructura e incluso traduce literalmente frases y párrafos enteros pero elimina aquellos aspectos del astrolabio ligados al culto islámico como las horas canónicas del rezo o los cálculos para la determinación de la *qibla*. No se tiene la certeza de si hubo una orden expresa de Alfonso X de eliminar cualquier mención a la astronomía religiosa islámica en sus libros pero es más probable que fuera una decisión del traductor judío que encontró esa

⁵³² BRENTJES (2013), p. 94.

⁵³³ SAMSÓ (1987c); VILADRIK (1987); VERNET (1985); FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (2013), pp. 213-222 y 227-230; NORTH (1987); RICO Y SINOBAS (1863).

información irrelevante para la función y la realidad social a la que iba destinada⁵³⁴. El libro se inicia con un prólogo del rey Alfonso X : “*Et agora queremos fablar de cuemo se deue fazer ell astrolabio redondo et de cuemo deuen obrar con el.[...] Et porque non fallamos libro en que fable de cuemo se deue fazer de nuevo, por end Nos Rey D. Alfonso el sobredicho mandamos al dicho Rabiçag que lo fiziese bien complido et bien paladino, de guissa que lo entendiesen aquellos que ouiesesen sabor de lo fazer nueuamiente, assi cuemo lo auemos fecho en los otros libros que fizimos de los otros estrumentos*”⁵³⁵. Se estructura en 3 partes: primero las trazas de las partes del astrolabio esférico, después cómo se mueven las estrellas en el firmamento y por último cómo se hacen las medidas con el instrumento.

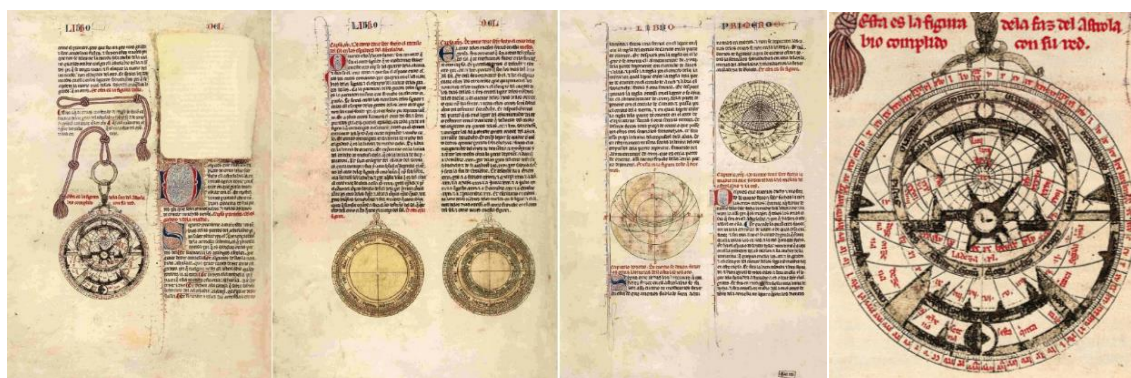


Fig. 8.1.2 a. *Libro del Astrolabio Llano*. Alfonso X. 1278. Diversas partes del astrolabio. Detalle ampliado de la vista frontal con su araña (f. 75v). Biblioteca Histórica UCM, Ms. 156, ff.75v, 73v y 72v).

- *Libro del Astrolabio Llano*, se atribuye la traducción del árabe al castellano al judío Rabbi Iṣāq ben Sīd (Rabiçag de Toledo). En este caso la fuente no fue el tratado de Ibn al-Samh sino un conjunto de fuentes tanto andalusíes como conocidas en al-Andalus.⁵³⁶ El libro se inicia con un prólogo de Alfonso X: “*El astrolabio, que fue fecho primeramente redondo cuemo la espera, era estrumento muy grieue de traer de un lugar a otro por lo grande dell. Mas agora queremos fablar como deue ser fecho el astrolabio llano, et cuales, et cuemo deuen obrar con ell.*”⁵³⁷ Se estructura en dos partes: la primera describe como se trazan las partes del astrolabio plano y la segunda como se opera con él. Siendo los astrolabios planisféricos los que en mayor número nos han llegado, es relevante resaltar que este tratado alfonsí nos proporciona toda la nomenclatura en castellano de las partes del astrolabio que seguimos utilizando hoy [Fig. 8.1.2.a].

⁵³⁴ VILADRICH (1987), pp. 107 y 113.

⁵³⁵ RICO Y SINOBAS (1863), tomo II, p. 113.

⁵³⁶ NORTH (1987), p. 43. Una de las fuentes árabes que se han identificado para este libro son los textos del astrónomo de Jaén ‘Abd Allāh Muḥammad ibn Mu‘āḍ al-Jayyānī, autor de las *Tablas de Jaén* fechadas en el siglo XI (después de 1079) y traducidas, con sus cánones, al latín por Gerardo de Cremona; SAMSÓ (1987), p. 24. La parte del uso del astrolabio está alineado con la traducción al árabe del *Planisphaerius* de Ptolomeo que hizo el astrónomo abasí Māšā’allāh (Bagdad, finales siglo VIII); VILADRICH, (1990), p. 242. En el archivo del Monasterio de Pedralbes se encontró una hoja suelta de pergamino que contiene dos capítulos en latín del tratado de construcción del astrolabio *De compositione astrolabii* que se atribuye al pseudo-Māšā’allāh Māšā’allāh y que, en opinión de Viladrich, está en relación con dos capítulos del *Libro del Astrolabio Llano* de Alfonso X; VILADRICH y MARTÍ (1981), p. 98. La recensión de Maslama del *Planisferio* de Ptolomeo es una de las fuentes del *Libro del Astrolabio Llano*.

⁵³⁷ RICO Y SINOBAS (1863), Tomo II, p. 225.

- *Libro de la Lámina*, obra original del ya mencionado Rabbi Iṣāq ben Sīd (Rabiḡag de Toledo), uno de los colaboradores del rey. Se considera que la parte relativa a las trazas del instrumento universal que había inventado ‘Alī ibn Jalaf en el Toledo taifa del siglo XI, del que ya se ha hablado, fue obra original de Rabiḡag por no encontrarse el texto en árabe. Rabiḡag debió tomar el tratado de construcción de la *azafea* de Azarquiel como modelo para componer el de la Lámina Universal ya que ambos instrumentos utilizan el mismo modo de proyección. Sin embargo la parte del uso del instrumento, que es la más abultada con 209 capítulos, parece ser traducción del original de ‘Alī ibn Jalaf, que, aunque no se ha conservado hasta hoy, debió estar disponible en el siglo XIII. En el libro se incluyen términos que no existían en castellano y se crearon simplemente transliterando al alfabeto latino la palabra en árabe.⁵³⁸
- *Libro de la Aḡafeha* que es resultado de la traducción, realizada en 1255-56 por Fernando de Toledo y luego revisada en 1277 en Burgos por Abraham de Toledo, del tratado de la *azafea* en su variante *zarqāliyya* del gran astrónomo conocido como Azarquiel (1029-1100) del que ya se ha tratado en detalle.⁵³⁹ El libro se inicia con el prólogo de Alfonso X: “*La bondat de esta Aḡafeha que es generalmientre para todas ladezas, et de cómo es estrumento muy complido et mucho acabado et como es caro de sennalar et que muchos omes non podrien entender complidamente la manera de cuemo se faz por las palabras que dijo este sabio que la compuso, mandamos figurar la figura della en este libro*”⁵⁴⁰. Como todos los libros alfonsíes sobre astrolabios, se estructura en dos partes, una sobre las trazas y otra sobre el uso de la *azafea*.⁵⁴¹

Es el momento de valorar la elección del castellano como lengua para los textos científicos elaborados en el *scriptorium* de Alfonso X cuando lo habitual era hacerlo en latín. Históricamente se había desdeñado la importancia del idioma en que se escriben los tratados científicos sin embargo no es así pues el idioma condiciona el contenido y la difusión de un texto científico. En ese sentido hay un antes y un después a Alfonso X con su apuesta por el castellano, la lengua vernácula y no el latín para su obra científica. No fue tarea fácil desarrollar esos textos científicos en castellano pues, si bien había ya poesía escrita en esa lengua, aún no se había desarrollado la prosa, ni literaria ni mucho menos científica. Además los textos que le sirvieron de base para ser traducidos al castellano estaban escritos en árabe una lengua sin ninguna relación estructural con el castellano y por eso la prosa generada por los traductores del *scriptorium* alfonsí tenía un fuerte regusto semítico. Los arabismos son alrededor de un 5%, los latinismos un 30% y el grueso del vocabulario, un 65% son nuevas palabras creadas en español para conceptos de los textos en árabe.⁵⁴²

⁵³⁸ CALVO (2003); CALVO (1990); SAMSÓ (1984), p. 99.

⁵³⁹ Biografía del judío Don Abraham al-Ḥakīm, médico de Alfonso X y miembro de su equipo de traductores, conocido como Abraham de Toledo en RODRÍGUEZ ARRIBAS (2010b).

⁵⁴⁰ RICO Y SINOBAS (1863), Tomo III, p. 135.

⁵⁴¹ PUIG (1987a), p. 125.

⁵⁴² BOSSONG (1987), pp. 13-17.

Los cuatro libros alfonsíes ofrecen un corpus de dibujos que ilustran la primera parte de los mismos, la dedicada al diseño y las trazas de las partes de cada uno de los instrumentos, aunque se echa de menos la incorporación de imágenes de naturaleza narrativa para ilustrar los usos de los mismos. Alfonso X mantuvo los modelos de los originales andalusíes con los que trabajó en lo que se refiere a la apoyatura gráfica de los textos.

Aunque nuestro área de trabajo son los tratados del astrolabio en los reinos cristianos hispanos conviene no perder la referencia de lo que estaba sucediendo en otros reinos europeos. En Francia, el primer tratado del astrolabio escrito en lengua vernácula fue un encargo del rey Carlos V de Francia (1338-1380) a Pélerin de Prusse que lo terminó en 1362 y el segundo lo escribió Jean Fusoris entre 1407 y 1412 y se lo dedicó a Pedro de Navarra, conde de Mortain.⁵⁴³

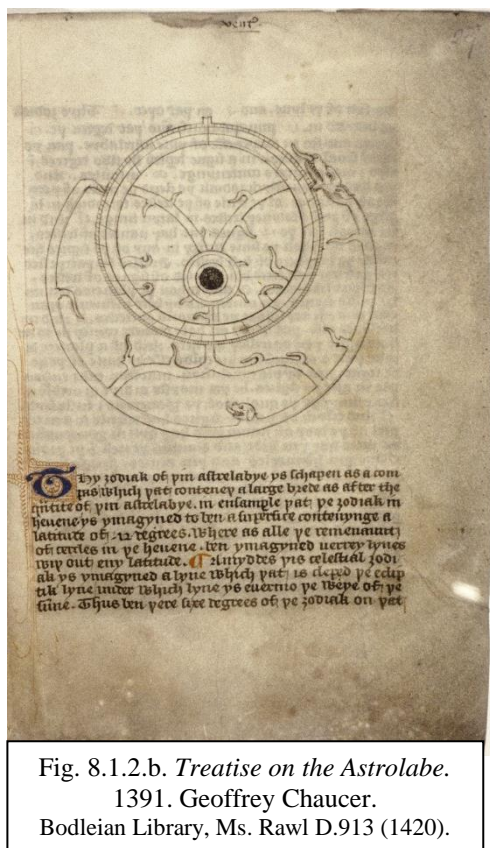


Fig. 8.1.2.b. *Treatise on the Astrolabe*.
1391. Geoffrey Chaucer.
Bodleian Library, Ms. Rawl D.913 (1420).

En Inglaterra fue el conocido escritor Geoffrey Chaucer, autor de los *Cuentos de Canterbury*, quien escribió el primer tratado del astrolabio en inglés en 1391, dedicado a su hijo Lewis de diez años de edad, que no llegó a terminar y que, no obstante, se hizo muy popular a tenor de las 24 copias manuscritas que nos han llegado de él [Fig. 8.1.2.b].⁵⁴⁴ Las analogías entre este tratado y el que escribió en francés Pèlerin de Prusse permiten suponer que tradujeron un mismo texto en latín que, si bien se creyó durante mucho tiempo que era el *Compositio et operatio astrolabii* atribuido al judío iraquí Māšā'allāh (m. ca. 200H/815), hoy se sabe que la fuente fue la traducción al latín que había hecho Johannes Hispalensis (Juan de Sevilla) en el siglo XII del tratado del astrolabio del cordobés Ibn al-Šaffār (m. 427H/1035).⁵⁴⁵ Como puede observarse, la vía de transmisión a Europa se origina en al-Andalus, continua por uno de los reinos cristianos hispanos y termina en un reino europeo y desde ese punto ya

sigue diversas redes de difusión, mayoritariamente monásticas benedictinas. Es el momento de recordar aquí la obra seminal de Juan Vernet *Lo que Europa debe al Islam de España* que escribió en 1999.⁵⁴⁶

⁵⁴³ Edición crítica del tratado de Pèlerin de Prusse en LAIRD y FISCHER (1995); Sobre la personalidad de Jean Fusoris y su tratado ver POULLE (1963).

⁵⁴⁴ El dibujo de la *araña* del astrolabio que se describe en este tratado de Chaucer responde al llamado “tipo gótico en V” y por ello la historiografía atribuía a los astrolabios que nos han llegado con este diseño a taller inglés. Hoy se ha superado esa rígida atribución y uno de los astrolabios del catálogo (ficha C8), que incorpora este tipo de diseño, se atribuye a la Corona de Aragón por las inscripciones que lleva en valenciano medieval.

⁵⁴⁵ DIZER (2001) p. 257; LAIRD y FISCHER (1995), pp. 13-21.

⁵⁴⁶ VERNET (1999).

Hubo importante actividad intelectual relacionada con la astronomía y con los astrolabios en el siglo XIV, principalmente en la Corona de Aragón, de la que se hablará más adelante, pero no se ha constatado, hasta el momento, que se elaborara allí ningún tratado del astrolabio.

En lo que respecta al otro gran reino peninsular, poco se sabe, debido a la pobreza documental conservada de la corona de Castilla relativa al siglo XIV.⁵⁴⁷ En todo caso, la escasa información disponible apunta a la comunidad judía como la principal responsable de las actividades científicas y eso explica que el único tratado del astrolabio fechado en el siglo XIV y en el reino de Castilla lo realizara en 1376 y en árabe el judío Jacob ben Abraham Abū Isaac al-Corsí en Sevilla, ciudad que Alfonso X favoreció creando *estudios e escuelas generales de latin e arabico*. Ya se ha hablado de este intelectual sevillano, pues fue llamado a Barcelona por el rey aragonés Pedro IV el *Ceremonioso* para participar en una de las más importantes actividades astronómicas que promovió ese monarca, las *Tablas de Barcelona*. Allí en Barcelona, en 1378, tradujo Jacob al-Corsí su propio tratado del astrolabio al hebreo.

En cuanto al siglo XV, tampoco se registra la elaboración de ningún tratado del astrolabio aunque hubo importante actividad astronómica y de construcción de astrolabios que se ha tratado en parte ya en los capítulos 5 y 6 y el resto se tratará en el punto siguiente.

8.2.- TEXTOS SOBRE ASTRONOMÍA CON REFERENCIAS A ASTROLABIOS

Tratamos aquí algunos de los textos sobre astronomía realizados en los reinos cristianos hispanos que, no siendo tratados del astrolabio, presentan ciertas relaciones con ellos. No se ha hecho una búsqueda exhaustiva de ese tipo de textos, que seguro se encuentran también en ámbitos de literatura no científica, y se trata solamente de recoger aquellas informaciones que se han identificado en el estudio de la bibliografía consultada con el ánimo de contextualizar mejor el catálogo de astrolabios que se presenta.⁵⁴⁸

Es relevante insistir sobre el significado del término “astrología” en el contexto medieval de los reinos cristianos pues englobaba o que hoy llamamos: astronomía, astrología, cosmografía, meteorología y cronología. Desde tiempos de San Isidoro, la astrología se subdividía en 2 tipos:⁵⁴⁹

- Astrología natural: conocimiento del movimiento de los astros para aplicación a la medicina, agronomía, meteorología o navegación. Este tipo de astrología no sufrió ningún rechazo ni por la Iglesia ni por ningún otro estamento social medieval.
- Astrología supersticiosa o judiciaria: predicción del futuro mediante la observación de los astros. Este tipo de astrología fue prohibido por la jerarquía eclesiástica aunque se practicó en toda la Edad Media.

⁵⁴⁷ BEAUJOUAN (1967), pp. 20-24. El autor identifica varias actividades de tipo científico vinculadas a los monarcas castellanos del s. XIV, casi todas realizadas por judíos aunque ninguna relacionada con la astronomía o los astrolabios.

⁵⁴⁸ Un estudio expuesto de modo muy claro y didáctico sobre los distintos tipos de textos sobre astronomía y de instrumentos que se pueden usar como fuentes para conocer el nivel de conocimientos de la época en POULLE (1981).

⁵⁴⁹ CÁTEDRA y SAMSÓ (1983), p. 23.

En estos textos, al igual que en los ya referidos tratados del astrolabio, jugó un papel esencial la intelectualidad judía que, normalmente instalada en alguno de los reinos cristianos, Castilla o Aragón, mantenía relaciones fluidas con un al-Andalus cada vez más reducido en lo territorial.⁵⁵⁰

8.2.1.- Alfonso X y sus textos indirectamente relacionados con el astrolabio

Aunque la contribución más relevante del *scriptorium* de Alfonso X a los textos sobre astrolabios son los cuatro libros ya mencionados, hay otras dos obras alfonsíes que nos informan indirectamente sobre el conocimiento y la presencia del astrolabio en ese siglo XIII castellano.

La primera son las *Tablas Alfonsíes*, la mayor aportación original de Alfonso X al desarrollo de la astronomía y que marcan el comienzo de la madurez de esta ciencia en los reinos cristianos.⁵⁵¹ Alfonso X es el referente más antiguo de un monarca no islámico que subvenciona un programa de observaciones con el fin de que sus resultados se plasmen en unas tablas astronómicas y, tanto esta actividad como todas las que promovió de contenido científico, son un ejemplo de lo que se podía llegar a hacer desde el trono coordinando los esfuerzos de intelectuales judíos, cristianos y mozárabes. Este tipo de actividad no se realizará en Francia hasta finales del siglo XIII y en la Corona de Aragón no se iniciaron hasta el año 1302 reinando Jaime II (r.1291-1327), un rey culto educado en Sicilia.⁵⁵² Un programa de observaciones astronómicas de patronazgo real conlleva la construcción y utilización de instrumentos para llevarla a cabo y, es posible, que hubiera astrolabios entre ellos aunque, lamentablemente, no haya nada documentado. Según se indica en el prólogo de las *Tablas Alfonsíes*, las observaciones se hicieron en Toledo a lo largo de siete años (1263-1270) y las realizaron los judíos Yehudá ben Mošé y Rabbi Išāq ben Sīd (Rabiçag de Toledo), dos colaboradores habituales de Alfonso X.⁵⁵³ Nos han llegado los cánones de estas Tablas en su lengua original, el castellano, además de una serie de versiones latinas muy contaminadas por la reelaboración que realizaron en ellas astrónomos europeos en fechas posteriores. Las *Tablas Alfonsíes* están realizadas de tal manera que son independientes de la elección del calendario musulmán o el cristiano y esta naturaleza “universal” explica por qué se difundieron y fueron de uso exclusivo en Europa durante los siglos XIV y XV.⁵⁵⁴

Otro libro elaborado en el *scriptorium* alfonsí que es relevante mencionar aquí es el *Libro de la ochava esfera o Libro de las figuras de las estrellas fixas*, que forma parte del compendio al que pertenecen los cuatro libros sobre astrolabios, el ya mencionado *Libro del Saber de*

⁵⁵⁰ A este respecto es notable el reciente estudio publicado por Robert Morrison de la obra *Nur al-‘ālam* (La luz del mundo) que fue escrita en árabe con grafía hebrea por el erudito judío Joseph ibn Naḥmias en torno al año 1400 en algún lugar del reino de Aragón y que fue el último intento de la astronomía árabe por encontrar un modelo matemático que diera explicación a los datos obtenidos a través de observaciones manteniendo el modelo de órbitas homocéntricas de Aristóteles [ver IBN NAḤMIAS (2016)].

⁵⁵¹ Mucho se ha publicado sobre las Tablas Alfonsíes. El más completo estudio es el de José Chabas y Bernard Goldstein: CHABAS y GOLDSTEIN (2008); otros estudios: POULLE (1988); GINGERICH (1987a); POULLE (1987); POULLE y GINGERICH (1967); FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (2005); POULLE (1991), pp. 258-263;

⁵⁵² BEAUJOUAN (1967), p. 14.

⁵⁵³ Biografía de Yehudá ben Mošé en RODRÍGUEZ ARRIBAS (2010e).

⁵⁵⁴ POULLE (1981), p. 9. Las Tablas Alfonsíes se incorporaron a las enseñanzas universitarias de París en 1320.

*Astrología.*⁵⁵⁵ Este texto sobre las estrellas fijas incluye, en castellano, árabe y latín, los nombres de las constelaciones conocidas en su época además de una lista de las 44 estrellas entre las que, según Ptolomeo, deben elegirse las que se incluyen en los astrolabios. Esta lista de estrellas se presenta además de una forma poco frecuente en los tratados del astrolabio pero que Alfonso X repite a lo largo de su libro de las estrellas. El formato es una rueda con los nombres de las 44 estrellas, a elegir cuando se diseña un astrolabio, distribuidas en los radios de la rueda y completando el dibujo con una representación de la *araña* de un astrolabio en su

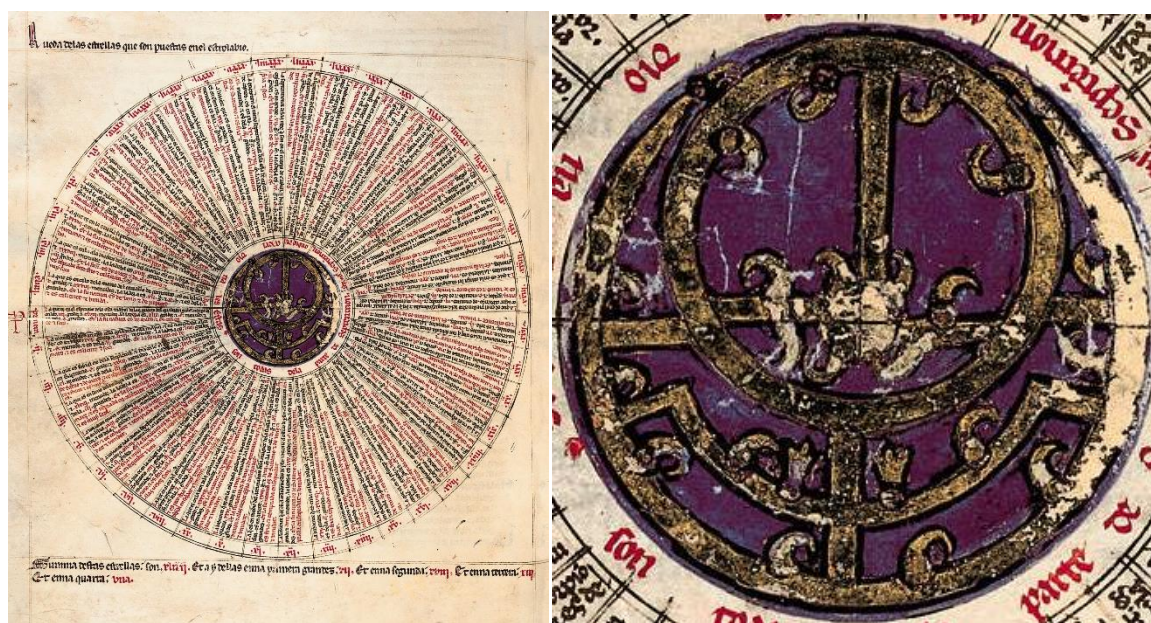


Fig. 8.2.1a. Rueda de estrellas con *araña* de astrolabio dibujado en el centro. *Libro de la Ochava Esfera*. Alfonso X. 1278. Biblioteca Histórica UCM, Ms. 156, f.25v.

centro.⁵⁵⁶[Fig.8.2.1.a]. Dice Alfonso X en el prólogo de este libro: “...y aunque algunos acostumbran a poner más o menos en sus astrolabios, nosotros no olvidamos aquí ninguna de las que Ptolomeo hizo poner allí. Además para que sea mejor conocido lo hacemos poner en forma de rueda, con su longitud y su anchura y su grandeza, según tiene en sus figuras. Y dentro de la rueda figuramos un astrolabio para que los que lo observen conozcan en qué manera están las estrellas puestas en él”⁵⁵⁷.

Es interesante destacar que la *araña* dibujada en el centro de la rueda responde al modelo de *arañas* de astrolabio con inscripciones en latín que debían circular por Castilla en el siglo XIII con sus punteros en forma de flama (fichas C7 a C10). Sin embargo la *araña* dibujada en el *Libro del Astrolabio Llano* tiene punteros geométricos del tipo utilizado en los astrolabios andalusíes que también circularían por Castilla y pudieron estar dibujados en los textos en árabe que se tradujeron en el *scriptorium* alfonsí (ver Fig. 8.1.2.a).

⁵⁵⁵ Un estudio de este libro conservado en el manuscrito BNE Ms. 1197 en FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (2015).

⁵⁵⁶ COMES (1990), pp. 11-113.; COMES (1991-1992), pp. 135-152; FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (2013), pp. 224-225 y 245-246; DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ (1984), p. 56.; RICO Y SINOBAS (1863), Tomo I, pp. 13-57, 59-85, 87-119 y 142-143.

⁵⁵⁷ COMES (1990), p. 17.

8.2.2.- Ramón Llull y sus textos relacionados con el astrolabio

Ramón Llull (ca.1232-1316) fue, con su contemporáneo Arnau de Vilanova, uno de los grandes pensadores del siglo XIII cristiano hispano, más allá de los que fueron meros traductores y comentadores de textos en árabe. Nació en Mallorca de familia noble de origen catalán vinculada a la conquista de la isla por Jaime I en 1229. Se formó en lengua árabe en Mallorca y se interesó, no sólo por la lengua, sino por la cultura, la ciencia y la filosofía islámicas. Escribió su primera obra de tipo místico y filosófico en 1271 (*Llibre de contemplacio en Déu*) y en 1275 se documenta su primera estancia en Montpellier, que pertenecía entonces al reino de Mallorca, y donde entra en contacto con la ciencia latina del momento, principalmente la medicina. A partir de ese momento se convierte en un continuo viajero con estancias en territorio islámico como Túnez y cristiano como París y el propio Montpellier.

Desde el momento de su conversión religiosa, Llull centró sus esfuerzos en generar un sistema argumental unitario y universal, mediante una formulación metacultural y metalingüística de todos los saberes fundamentada sobre la afirmación de Dios.⁵⁵⁸ La obra esencial de la producción llulliana es su *Ars Magna*, una suerte de acercamiento metodológico al conocimiento filosófico y científico en el que presenta su personal propuesta de ordenación de las ciencias, incluyendo en ellas la lógica, la metafísica, la filosofía, la teología, el derecho, la medicina, las Artes Liberales (aritmética, astronomía, geometría y música, gramática, retórica y dialéctica), las artes mecánicas y todo lo que en la Edad Media se etiquetaba como “el saber”, ubicando la revelación cristiana en el centro de todo este conglomerado sapiencial al que dota de unidad y cohesión.⁵⁵⁹ Uno de los objetivos de Llull con esta obra era elevar todos los fenómenos naturales a la categoría de “ciencias demostrativas” y no reservar esta consideración sólo a la aritmética y la geometría, como sostenía la escolástica establecida.⁵⁶⁰ Llull presenta de forma matemática y geométrica las relaciones entre los conceptos filosóficos y doctrinales generando todo un corpus de diagramas geométricos de notable interés.⁵⁶¹

Es destacable la permeabilidad de Llull a los ambientes culturales que visitó, tanto cristianos como islámicos, siendo París el más importante para él. Allí escribió su *Tractat de Astronomia* entre 1279 y 1299, como nos indica el propio Llull en su colofón, además de dos obras de geometría (*De quadratura e triangulatura de cercle* y *Liber de geometría nova et compendiosa*).

El *Tractat d'Astronomia* no es una gran obra de erudición sobre astronomía y su contenido se circunscribe a los conocimientos básicos de esta ciencia en su tiempo, sin aportaciones novedosas, en contraste con las obras de medicina de Llull que son de mayor calado porque tuvo

⁵⁵⁸ LLULL (1981), p. 207.

⁵⁵⁹ GILSON (1965), p. 456. Ramón Llull consideraba que Dios se había revelado tanto en la Biblia como en el propio universo. Este concepto de “universo teofánico” ya estaba presente en los textos de Juan Escoto Erigena, en San Buenaventura, en el simbolismo de los Lapidarios y Bestiarios y en las portadas de las catedrales y las vidrieras. Tenía que ser un franciscano, como Llull, quien intelectualizara la visión de S.Francisco sobre las criaturas de Dios.

⁵⁶⁰ BADIA (2004), pp. 410-411.

⁵⁶¹ RIERA i TUÈBOLS (1983), pp. 67-68.

en Montpellier el modo de contrastar y mejorar sus propios conocimientos.⁵⁶² Es un texto que aplica el sistema general llulliano recogido en su *Ars Magna* a una de las disciplinas del *Quadrivium*, la astronomía, que jugaba un papel relevante en el repertorio de saberes teórico-prácticos del siglo XIII. A Llull le interesaba la dimensión cosmológica de la astronomía y el uso terapéutico de la influencia de los astros, pero no estaba interesado en los aspectos empíricos o matemáticos y abominaba de la predicción a través de los horóscopos.⁵⁶³ Su crítica a la predicción astrológica no impidió que recogiera en su tratado la tradición astronómico-astrológica latino-visigoda anterior al siglo VIII que se había plasmado en el texto conocido como “*libro de las cruces*”.⁵⁶⁴ Juan Vernet realizó en 1979 un claro y conciso estudio sobre las peculiaridades de las ideas astronómicas de Llull, resultado de tomar el sustrato ptolemaico, habitual en los estudiosos medievales islámicos o cristianos, y mezclarlo con las tradiciones más cercanas a lo popular que a lo erudito.⁵⁶⁵

En el aspecto que nos atañe, el de los astrolabios, Llull cita en su obra cuatro instrumentos para medir espacio y tiempo: astrolabio, nocturlabio, cuadrante y brújula. Sobre el astrolabio destaca su uso para medir el tiempo, ayudado por la proyección de la sombra del sol, *car ab l’astralabi se preñen les hores per ombra* y también su capacidad para medir alturas, como la de una torre o una montaña, usando *lo quadrangle qui es en l’astralabe* [se refiere al *cuadrado de sombras* del dorso del astrolabio].⁵⁶⁶ Llull se centra en los dos usos civiles del astrolabio que ofrecían menor recelo: el del cálculo del tiempo, absolutamente esencial en la vida civil y religiosa medieval y el relativo a la medida de alturas, fundamental para la arquitectura, el urbanismo, el suministro de agua, la estrategia militar y los viajes. Soslayó los usos dirigidos al puro conocimiento astronómico para desmarcarse claramente de la tentación de las predicciones astrológicas, el mayor sambenito con el que tuvo que lidiar este instrumento científico, tanto en la sociedad cristiana como en la islámica, al achacársele el riesgo de contribuir al cuestionamiento de la omnipotencia divina y la libertad del hombre.

Más atención dedica Llull al nocturlabio al que llama *l’esfera de la nit* (en las copias del tratado en latín se le denomina *astrolabium nocturnum* o *sphaera horarum noctis*) y cuyo uso aconseja, sobre todo en navegación, para la medida del tiempo en la noche, que es para lo único que sirve aunque, eso sí, de forma sencilla y clara. Este aparato de origen oriental y náutico se documenta en la península Ibérica desde el siglo X, pero por las detalladas descripciones que incluye en su *Tractat d’Astronomia*, y en alguna otra de sus obras, sobre las partes y usos del nocturlabio, se ha vinculado históricamente este instrumento con Ramón Llull.⁵⁶⁷

⁵⁶² BALLESTA (1991), pp. 11-12. Se conserva una sola copia del texto en catalán (British Museum Ms. Add. 16434) y 29 copias en latín. Llull elige el término “astronomía” en el título de su obra aunque hoy diríamos que habla más de astrología (incluida la predictiva) que de astronomía matemática.; BADÍA (2004), p. 423.

⁵⁶³ LLULL (2002), pp. 126-127.

⁵⁶⁴ SAMSÓ (2011), p. 30.

⁵⁶⁵ VERNET (1979), pp. 309-323.

⁵⁶⁶ BADÍA (2004), pp. 430-431.

⁵⁶⁷ BADÍA (2004), p. 430. La estrella de referencia para el nocturlabio que describe Ramón Llull es Kochab (β UMi) de la constelación de la Osa Menor que describe un círculo en torno a la estrella Polar (α UMi) en el transcurso de la noche, producto de la rotación terrestre. También se refiere Llull al nocturlabio en su obra de geometría *Liber*

Es importante resaltar que la decisión de Ramón Llull de escribir su tratado de astronomía en catalán, lengua vernácula aún en formación en el siglo XIII, en lo que a la terminología científica se refiere, nos permite contar con una valiosa fuente para conocer el modo en que se nombraban en esa lengua los signos del zodiaco, los meses del año o las estrellas más conocidas en ese momento. Gracias a ello se ha podido identificar el origen geográfico de algunas inscripciones que aparecen en varios de los astrolabios estudiados para poder atribuirlos a taller hispano de la Corona de Aragón.⁵⁶⁸

Por último, en esta misma línea de mirar los textos de Llull para explicar aspectos encontrados en los astrolabios estudiados en el catálogo, se presenta una curiosa coincidencia, posiblemente casual, pero que podría incitar a reflexión. Se trata de las inexplicables, hasta ahora, inscripciones en árabe que se incluyen en todas las *láminas* de un astrolabio taifa del siglo XI realizado en Valencia (ficha A13). Dichas inscripciones fueron claramente realizadas en fecha posterior pues presentan una grafía cúfica distinta y se han ubicado cuidadosamente en los espacios disponibles entre las inscripciones originales, concretamente en la zona inferior de las *láminas* donde se ubican las curvas de las horas desiguales. Las doce zonas que demarcan esas curvas se han llenado de unas inscripciones alternando las palabras *muḍakara* (masculina) o *mu'annaṭa* (femenina), según que la hora sea impar o par, acompañadas de otras palabras (animal, vegetal o mineral), como si se asignara género y naturaleza a cada una de las 12 horas del día, que no dejan de ser doce particiones de la bóveda celeste. Y siguiendo este mismo concepto de la partición de la bóveda celeste, Ramón Llull considera en su libro *El Árbol de la Ciencia* (1296) que dicha bóveda está dividida en 12 partes, cada una de las cuales es masculina o femenina y a partir de ese concepto hace una incursión, superficial, en la llamada astrología genotífica que es la que predice las características físicas y psicológicas del ser humano.⁵⁶⁹ ¿Casualidad o causalidad?, no hay respuesta clara pero hay un curioso paralelismo.

8.2.3.- El astrolabio en el Tratado de Astrología de Enrique de Villena / Andrés Gómez de Zamora

Enrique de Aragón, marqués de Villena (1384-1434) fue un miembro de la nobleza castellana, controvertido en su época, un hombre culto situado a medio camino entre el conocimiento científico y la libertad creativa literaria. Se le atribuye la autoría de un tratado de astrología/astronomía bellamente ilustrado donde se encuentran algunas referencias al astrolabio y que la historiografía fecha en 1438-39.⁵⁷⁰ El estudio del texto que realizó Julio Samsó en 1983 subraya la importancia de contar con una obra como esta, sobre astronomía, escrita en castellano en el siglo XV y con diferencias de léxico respecto a los textos alfonsíes del siglo XIII, mientras que soslaya el debate sobre su autor.⁵⁷¹ Sin embargo Pedro Cátedra se manifiesta sobre el tema

de geometría nova et compendiosa; VERNET (1978), p. 361. El Ms. Chartres 214 k73, que es una copia del s. XII de un texto del s. X, tiene representado un nocturlabio.

⁵⁶⁸ Entre esos astrolabios, el cordobés del s. XI retallado en catalán (ficha A5) [ref. MAIER (1999), pp. 125-126].

⁵⁶⁹ VERNET (1979), pp. 318-319.

⁵⁷⁰ Un buen estudio sobre el tratado incluido el facsímil del manuscrito BNE, Ms. Res/2 en CÁTEDRA y SAMSÓ (1983).

⁵⁷¹ Argumentos para el debate de autoría y el posible patrocinio del obispo de Burgos Alonso de Cartagena en MILLÁS (1943a), pp. 2-6 y VERA (1930), pp. 11-14.

de la autoría y opta por la atribución del texto a Alfonso Gómez de Zamora, un bachiller al servicio del Marqués de Santillana.⁵⁷²



Fig. 8.2.3.a.- *Tratado de Astrología* atribuido a Enrique de Villena. 1438. Capítulo del Dragón (teoría de los eclipses). Dibujo de un eclipse de sol. BNE Ms. Res/2, f. 31r

Enrique de Villena fue considerado astrólogo y nigromante y por eso a su muerte en 1434 se quemaron muchos de los libros de su biblioteca por orden del rey Juan II de Castilla. Ninguna de las obras que escribió Enrique de Villena, incluido el atribuido *Tratado de Astrología*, revelan conocimientos serios de astronomía. La decadencia de la astronomía hispana en la primera mitad del siglo XV contrasta con su florecimiento en la segunda mitad gracias a la gran figura del astrónomo salmantino Abraham Zacut, del que se trata en el punto siguiente y a la creación, en la universidad de Salamanca, de una cátedra de Astrología en 1460.

El *Tratado de Astrología* de Villena dedica al astrolabio una parte de su capítulo 16 y lo presenta, no como instrumento de observación, sino como calculadora que permitía simplificar los complicados cálculos de geometría esférica necesarios para levantar los horóscopos.⁵⁷³ También destaca el uso

del astrolabio en las aulas universitarias para enseñar astronomía.⁵⁷⁴ En ese mismo capítulo trata sobre los signos del zodiaco a los que clasifica en masculinos y femeninos, una aproximación similar a la que expuso Ramón Llull en su *Tractat de Astronomia*.⁵⁷⁵ Otros temas de interés son la inclusión de una lista de ciudades españolas (ff. 11v-12r) con sus latitudes expresadas en grados y minutos, así como una explicación de los *climas* ptolemaicos (ff. 10v-12r), aspectos ambos muy relacionados con la información grabada en los astrolabios de los reinos cristianos.

La lectura del texto pone de manifiesto que quien lo escribió era culto pero no era un astrónomo, sino un compilador del saber de la época. Es claro que no contó con fuentes directas, como el *Almagesto* o fuentes islámicas, sino con reelaboraciones posteriores, en latín o castellano en las que se identifican todas las tradiciones presentes en la antigüedad y la Edad Media: la ptolemaica, la isidoriana, la islámica (con su triple base, griega, persa e hindú) y la cristiana como la alfonsí. Especialmente crítico con los conocimientos científicos de Enrique de Villena fue el cronista Alvar García de Santa María que relata el ridículo que hizo ante el rey Fernando I de Aragón utilizando incorrectamente su astrolabio en una campaña militar.

⁵⁷² CÁTEDRA y SAMSÓ (1983), p. 92.

⁵⁷³ MILLÁS (1960), p. 287. Millás considera que el tratado en general tiene un contenido pobre y, en lo que se refiere a su explicación sobre la estructura y delineaciones trigonométricas del astrolabio, está lleno de errores.

⁵⁷⁴ CÁTEDRA y SAMSÓ (1983), p. 25.

⁵⁷⁵ VERA (1930), p. 51; ver también último párrafo del punto 8.2.2 sobre Llull.

8.2.4.- Abraham Zacut y el astrolabio

Abraham ben Samuel Zacut (1452-1515) fue un gran astrónomo judío, representante de la gran contribución de ese colectivo, el judío, al desarrollo de la astronomía hispana y uno de los grandes intelectuales de la Castilla del siglo XV.

Zacut era salmantino y fue protegido por el obispo de Salamanca Gonzalo de Vivero, gran aficionado a la medicina y la astronomía, a quien dedicó en 1478 su obra más importante, *Ha-ḥibbur ha-gadol*, (Compilación Magna). La muerte de su mecenas en 1480 le llevó a Gata (Cáceres) bajo la protección de Juan de Zúñiga y Pimentel (m. 1504). El decreto de expulsión de los judíos de 1492 forzó el exilio de Zacut a Portugal donde trabajó como astrónomo de los reyes Juan II y Manuel I de Portugal. Tuvo que huir también de allí en 1496 por la expulsión de los judíos de Portugal, se exilió a Túnez donde estuvo hasta 1505 al menos y por último se le ubica en Jerusalén o en Damasco donde murió en 1515.⁵⁷⁶

El *Almanach Perpetuum*, su obra más conocida, es la versión en latín de la “Compilación Magna” y se realizó en Leiria (Portugal) en 1496. El almanaque consta de una serie de tablas astronómicas compiladas para la ciudad de Salamanca y está basado en el ciclo metónico que pone en relación los calendarios solares y lunares. La obra afronta también los problemas del cómputo eclesiástico para la elaboración del calendario litúrgico, algo que sin duda había interesado a su mecenas, el obispo de Salamanca. Zacut conocía los textos de Alfonso X y las innovaciones astronómicas de intelectuales hebreos franceses como Levi ben Gerson (1288-1344) que quedaron plasmadas en sus obras.⁵⁷⁷ El *Almanaque* de Zacut se conserva en latín (varias ediciones) y se tradujo al castellano en 1481 por Juan de Salaya (catedrático de astrología de la universidad de Salamanca de 1464 a 1469 y de lógica a partir de esa fecha) y al árabe, siendo una de las obras de la astronomía hispana con mayor difusión tanto por el Islam como por los reinos cristianos.

La vinculación de Zacut con el astrolabio, además de la que sus obras de astronomía podrían generar, se centra en el hecho de que pudo ser el inventor del astrolabio náutico o uno de los que contribuyó a su invención. El astrolabio náutico es una versión simplificada del astrolabio planisférico estándar y adaptada a las necesidades de la navegación.⁵⁷⁸ Se acepta que Zacut enseñó en Portugal a marinos portugueses, puede que incluso a Vasco de Gama, cómo medir la latitud por la altura meridiana del sol y la estrella polar y debió recibir sugerencias de ese colectivo para dotarles de un instrumento más sencillo para realizar esas simples mediciones.

⁵⁷⁶ Mucho hay escrito sobre Abraham Zacut, su vida, su obra, su vinculación con Salamanca y Portugal y su influencia posterior en el mundo islámico y en el occidente cristiano. Entre ellos: CHABÁS y GOLDSTEIN (2009); CHABÁS y GOLDSTEIN (2000); SAMSÓ (2002-2003); CANTERA BURGOS (1931); CÁTEDRA y SAMSÓ (1983), pp. 18-19 y 22; SAMSÓ (2004d);

⁵⁷⁷ Sobre el “ciclo metónico” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

⁵⁷⁸ Sobre la invención del astrolabio náutico y sus características ver MADDISON (1997); PASELK (2008), pp. 174-177; MADDISON (1969), pp. 27-29; MICHEL (1967), pp. 59-60; SCHECHNER (2008), pp. 207-208; GONZÁLEZ GONZÁLEZ (2006), pp. 140-141.

8.3.- DOCUMENTACIÓN DE ARCHIVO RELACIONADA CON EL ASTROLABIO

Se recoge a continuación la documentación de archivo relacionada con astrolabios que se ha encontrado publicada. No se ha realizado ninguna investigación directa en archivos para tratar de encontrar información inédita adicional sobre el particular. El objetivo de este ejercicio es, por tanto, presentar la información agrupada por reinos y por cronología en lugar de tenerla dispersa en publicaciones de distinta naturaleza y mezclada con otros temas que nada tienen que ver con los astrolabios. La mayor aportación es la relativa al reino de Navarra (punto 8.3.3) pues hasta el momento no se habían cruzado informaciones publicadas en distintos ámbitos y en distintos idiomas.

8.3.1.- Reino de Aragón

La riqueza documental del archivo de la Corona de Aragón nos permite conocer un buen número de actividades relativas al mecenazgo de la ciencia y en particular de la astronomía que ya se han tratado en capítulos y puntos anteriores. Ahora se centra la atención solamente en los documentos en los que se hace mención directa a astrolabios y que corresponden a los reyes Pedro IV el *Ceremonioso*, sus hijos Juan I el *Cazador* y Martín I el *Humano* y ya con la nueva dinastía Trastámara a. Fernando I de Aragón y Alfonso V el *Magnánimo*.

8.3.1.1.- Pedro IV el Ceremonioso y los astrolabios

Pedro IV *el Ceremonioso* (r. 1336-1387) realizó numerosos pedidos de astrolabios que se identifican más adelante, pero también cultivó la lectura de los tratados del astrolabio. Está documentada la petición que realizó el rey para que le enviaran a Villafranca del Penedés, donde se encontraba, un libro sobre astrolabios de su biblioteca del palacio de Barcelona, que “*es de lectura de stelabre e es a cuberta vermella emprentada e ha tancadors d argent..[..] e es escrit en pergami a colondells, e la .i. colondell es de letra cristiana en lenguaje catala, e l’altre colondell es de letra sarrahinesca*”.⁵⁷⁹ Por el texto conocemos que el libro es bilingüe, con un formato a dos columnas en catalán y en árabe. La presencia de tratados del astrolabio en las bibliotecas de los varios palacios reales de la Corona de Aragón se confirma también al analizar el inventario de los bienes del rey Martín I el *Humano*, hijo de Pedro IV, del que se hablará más adelante.

Es el momento de recordar al grupo de judíos mallorquines que trabajó para Pedro IV y que se especializaron en la construcción de instrumentos astronómicos como astrolabios y cuadrantes así como de instrumental para la navegación (brújulas, mapas y cartas de navegación). Sobresale el astrolabista judío Isaac Nafucí que aparece por primera vez en la documentación de los archivos reales en 1359 cuando Pedro IV le encarga un astrolabio y un reloj. Desde esa fecha y hasta la muerte del rey en 1387, Nafucí recibe muchos encargos, viaja en ocasiones a la corte de Barcelona a petición real y recibe cargos y honores por sus servicios al rey⁵⁸⁰. Pedro IV se refiere a él como *domestico nostro magistro artífice stelabriorum* o *mestre*

⁵⁷⁹ RUBIO i LLUCH (1908), p. 200. Villafranca del Penedés, 9 enero 1362 [ACA, reg. 1178, f. 113].

⁵⁸⁰ MILLÁS (1962a), p. 77. Por los servicios profesionales prestados a la Corona, le fue concedida a Nafucí la “familiaridad real” en 1360, siéndole ratificada en 1381 por el infante Juan.

d'astrolabis y le nombró Rabino Mayor de Mallorca en 1362, situándole al frente de la importante comunidad judía de la isla.⁵⁸¹ En agradecimiento, Isaac Nafucí y su hijo enviaron al rey un cuadrante de plata valorado en 20 reales de oro de Mallorca.

No fueron sólo judíos mallorquines los que hicieron astrolabios para el rey, también recibieron buen número de encargos los judíos, residentes en Perpiñán, Naçan del Barri y Mestre Jacob, denominando el rey a Naçan del Barri en 1356 “miembro de mi familia y experto en el arte de construir *horologium et astrologiorum*.”⁵⁸² Entre los orfebres de Barcelona destacaron Bernat des Plà y el judío Salomon Barbut.⁵⁸³

A pesar del buen número de astrolabistas que figuran en la documentación, ninguno se llama *Petrus Raimundi* que es el nombre con el que firma el autor o comitente del único astrolabio medieval hispano que está firmado “*per Petrum Raimūdi: De Domo Regis Aragonum*” y fechado en 1375, es decir durante este reinado (ficha C13).

En cuanto a la elección del astrolabio como objeto de regalo, está documentada la donación por Pedro IV de un astrolabio al monasterio de Poblet en 1378.⁵⁸⁴ No sorprende que el rey eligiera este cenobio para hacer un regalo de esa naturaleza, teniendo en cuenta que también le donó una buena parte de su biblioteca de libros científicos.⁵⁸⁵

Los documentos relativos a astrolabios publicados hasta el momento son:

Pedidos de astrolabios a los talleres de Mallorca:

- Barcelona, 20 de septiembre de 1359: Pedro IV manda llamar al judío Isaac Nafucí de Mallorca para que viaje a Barcelona y que el rey le pueda encargar unos astrolabios.⁵⁸⁶ A partir de esta fecha, se registran varios albaranes de pago al ya denominado “*maestre astalabre de casa del senyor rey*” por la realización de esos astrolabios.⁵⁸⁷
- Barcelona, 20 de septiembre de 1362: Pedro IV manda llamar a Isaac Nafucí a Barcelona para que le construya unos *aralotges i astrolabis* (relojes y astrolabios).⁵⁸⁸
- Mayo y junio de 1366 y abril de 1367: Albaranes de pago a Isaac Nafucí por razón del cuadrante de plata que había construido para el rey.⁵⁸⁹
- Barcelona, 25 de enero de 1373: Pedro IV ordena a Nafucí que vaya a Barcelona con todos los instrumentos que le había encargado.⁵⁹⁰

Pedidos de astrolabios a plateros de otras partes del reino:

- Perpiñán, 31 de octubre de 1345 y 6 de febrero de 1346: albaranes de pago por los que el rey Pedro IV paga un astrolabio de plata que había encargado al orfebre valenciano Guillem de Bisaya (ó de Binaya). El albarán detalla el peso en plata que se ha usado para hacerlo. Tras la entrega del objeto por el orfebre valenciano, se

⁵⁸¹ RUBIÓ i LLUCH (1921), pp. 144-145. Montesono, el 9 de diciembre de 1362 [ACA, reg. 1422, f.54-55v].

⁵⁸² CHABAS (2004), p. 492.

⁵⁸³ HERNANDO (1994), pp. 205 y 214. Salomón Barbut aparece documentado en dos protocolos notariales realizando cubiertas de plata para libros eclesiásticos bajo contrato de canónigos de Vic y Valencia.

⁵⁸⁴ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 197 [ACA, reg. 1097, f. 32v].

⁵⁸⁵ RUBIÓ i LLUCH (1914), p. 227.

⁵⁸⁵ RUBIÓ i LLUCH (1914), p. 227.

⁵⁸⁶ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 128. [ACA, reg. 1163, f. 84].

⁵⁸⁷ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 128.[ACA, Arxiu Regal Patrimoni, compte XXII den Bernat d’Olzinelles, f. 185].

⁵⁸⁸ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 129; MILLÁS (1970), p. 35.

⁵⁸⁹ MILLÁS (1962a), p. 78.

⁵⁹⁰ MILLÁS (1970), p. 35.

envía al platero judío Jacobo de Perpiñán para que le haga las inscripciones.⁵⁹¹ (sobre este proceso escalonado de ejecución de un astrolabio, ver capítulo 3: Talleres)

- Junio de 1360: albarán de pago a Salomón Barbut, judío platero de Barcelona, por la realización de un astrolabio dorado.⁵⁹²
- Belloch, 10 de noviembre de 1362: el rey pide al gobernador del Rosellón que pida al judío Naçan del Barri de Perpiñán que envíe a Barcelona el astrolabio que le encargó y que quiere encargarle otro más.⁵⁹³

*Pedidos de astrolabios sin indicar a quien se le encargan
(lo más probable es que todos se refieran a astrolabios de Isaac Nafucí)*

- Pertusa, 14 de julio de 1360 : el rey Pedro IV muestra su satisfacción por el astrolabio que le han enviado “...plaunos del stralabre com es acabat...”.⁵⁹⁴
- Octubre de 1372: albarán de pago de un astrolabio comprado para el rey.⁵⁹⁵
- Febrero de 1374: albarán de pago de un astrolabio comprado para el rey.⁵⁹⁶
- Mayo de 1374: albarán de pago de un astrolabio comprado para el rey.⁵⁹⁷

Regalos de astrolabios:

- Valencia, 3 de marzo de 1349: el rey Pedro IV agradece el obsequio de un astrolabio a su médico Fernando Dayessa⁵⁹⁸. Aquí nos aparece la figura de un médico relacionado con la posesión y uso de astrolabios.
- Barcelona, 6 de febrero de 1376: carta del rey Pedro IV a su hija Leonor, casada hace un año con el futuro rey de Castilla Juan I, en la que le indica que le envía un reloj-astrolabio de regalo y describe con detalle cómo es y cómo se usa (ver punto 6.5: Astrolabios y mujer).
- Barcelona, 15 de diciembre de 1378: el rey Pedro IV regala al abad de Poblet un astrolabio y le promete que también le enviará unos libros⁵⁹⁹.

De toda esta variedad documental se concluye que Pedro IV tuvo verdadero interés por los astrolabios y que seguramente los utilizaba, no los tenía sólo por su simbolismo o por su valor estético.

8.3.1.2.- Juan I el Cazador y los astrolabios

La gran actividad científica y de instrumentación astronómica que vivió la corte de Pedro IV continuó tras su muerte en 1387 en el reinado de su primogénito Juan I *el Cazador* (1387-1396) que, de hecho, ya la había patrocinado personalmente cuando era infante de Aragón. Se indican aquí toda su interacción con los astrolabios, independientemente de su estatus como heredero o como rey.

⁵⁹¹ RUBIÓ i LLUCH (1921), pp. 79-80. [ACA, Archivo Real Patrimoni, llibre d'albarans de Pere des Posch, Escrivá de raçó, f. 2].

⁵⁹² RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 128, [ACA, Arxiu Real Patrimoni, compte XXII den Bernat d'Olzinelles, f.197].

⁵⁹³ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 43. [ACA, reg. 1183, f. 115].

⁵⁹⁴ RUBIÓ i LLUCH (1908), p. 192-193. [ACA, reg. 1072, f.90v].

⁵⁹⁵ RUBIÓ i LLUCH (1921), pp. 165- 166. [ACA, Arxiu Real Patrimoni, compte I de Pere Desvall, tresor general, p. 62].

⁵⁹⁶ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 171.[ACA, Arxiu Real Patrimoni, compte de Pere dez Vall, janer-juny 1374, f.77v].

⁵⁹⁷ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 171.[ACA, Arxiu Real Patrimoni, compte de Pere dez Vall, janer-juny 1374, f.117].

⁵⁹⁸ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 86. [ACA, reg. 1131, f. 191].

⁵⁹⁹ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 197. [ACA, reg. 1097, f. 32v].

Cuando era aún infante de Aragón, Juan donó un astrolabio al monasterio de Montserrat en 1381, quizá para emular la donación de su padre al de Poblet tres años antes.⁶⁰⁰ Durante su corto reinado siguieron activos los astrolabistas judíos mallorquines ya citados y destacaron además los astrónomos Isaac del Barri, Bonet de Perpignan, el alemán Mestre Ramar y Crescas de Viviers. A modo de ejemplo de sus encargos a los talleres de Mallorca está el que hizo en 1380 a Bellshoms Efraim e Isaac Nafucí de un astrolabio a cada uno “*els dits stralaus qui sien bons e fins e quel un sia maior quel altre*”.⁶⁰¹

Este rey incluyó también los instrumentos científicos en su repertorio de regalos diplomáticos, y en ese sentido destaca el regalo de un cuadrante-astrolabio al Conde de Foix que fue uno de sus aliados-vasallos en la pugna constante territorial con el rey de Francia y otro regalo de astrolabio a su esposa Violante de Bar. Poco antes de su muerte queda registrada otra evidencia de la cercana relación entre los médicos y los astrolabios con la carta firmada por el rey por la que agradece al médico y astrónomo real Juan Foixá el astrolabio que le ha enviado⁶⁰². Lamentablemente el documento no da más detalles y desconocemos si Foixá encargó un astrolabio para regalárselo al rey o si, simplemente, hizo de intermediario para el encargo real. Otra información que involucra a un médico real tiene que ver con la petición que hizo Juan cuando aún era infante de Aragón al médico Jucef Avernaduc para que le fuera a visitar llevando su astrolabio.

Los documentos relativos a astrolabios firmados por Juan I el *Cazador*, antes o después de su coronación, publicados hasta el momento son:

Pedidos de astrolabios a los talleres de Mallorca:

- Sant Feliu de Llobregat, 31 de octubre de 1380: el infante Juan escribe al gobernador de Mallorca para que haga un pedido en su nombre a los astrolabistas judíos Bellshoms Efraim e Isaac Nafucí de un astrolabio a cada uno “*els dits stralaus qui sien bons e fins e quel un sia maior quel altre*”.⁶⁰³
- Barcelona, 30 de enero de 1381: el infante Juan hace un encargo de dos astrolabios a los talleres de Mallorca. Elige como mediador a Ferrer Gilabert, procurador real de Mallorca. El 6 de abril de 1381 vuelve a escribir a Ferrer Gilabert preguntándole por los dos astrolabios que aún no le han llegado.⁶⁰⁴
- Girona, 13 de febrero de 1382: el infante Juan encarga al judío Isaac Nafucí “*un stralau d argent daurat e esmeltat*” y ordena a Ferrer Gilabert, procurador real en Mallorca que se le paguen “*decem reals d or de Mallorques*”⁶⁰⁵.

Otros pedidos de astrolabios:

- Perpiñán, 26 de agosto de 1379: carta del infante Juan al mercader aragonés Pedro Bugarra, que había viajado a París, en la que le pregunta por los astrolabios que ha visto allí.⁶⁰⁶

⁶⁰⁰ El Monasterio de Montserrat estuvo vinculado al de Ripoll hasta 1409 [ref. RIERA (1983), p. 52] y el papel jugado por el monasterio de Ripoll en la difusión de la astronomía y el astrolabio debían ser bien conocidas.

⁶⁰¹ RUBIÓ i LLUCH (1908), p. 287. [ACA, reg. 1746, f. 109].

⁶⁰² RUBIÓ i LLUCH (1908), p. 384. [ACA, reg. 1887, f. 152].

⁶⁰³ RUBIÓ i LLUCH (1908), p. 287. [ACA, reg. 1746, f. 109].

⁶⁰⁴ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 230. [ACA reg. 1660, f. 117v] y [ACA, reg 1663, f. 60].

⁶⁰⁵ RUBIÓ i LLUCH (1921), pp. 251-252. [ACA, reg. 1665, f. 129v].

⁶⁰⁶ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 206. [ACA, reg. 1657, f. 110].

- Sant Feliu de Llobregat. 16 septiembre de 1380: carta del infante Juan al archivero real de Barcelona para que le envíe el astrolabio que había encargado a Dalmau ses Planes porque el que tiene está equivocado.⁶⁰⁷
- San Feliu de Llobregat, 4 de noviembre de 1380: el infante Juan pide al médico Jaume de Aviñón que le envíe el astrolabio que tiene y que ya le dijo que le gustaba.⁶⁰⁸
- Valencia, 26 de agosto de 1382: el infante Juan encarga a Bernat Des Plà de Barcelona un astrolabio. Se refiere a este astrolabista como “maestro relojero”.⁶⁰⁹
- Vic, 16 de julio de 1385: encargo de un astrolabio del infante Juan a Bernat Des Plà⁶¹⁰.
- Perpiñán, 10 de enero de 1396: carta del rey por la que agradece al médico y constructor de astrolabios de París Jean Fusoris, “*dilecto nostro Johanni Fusorii in artibus et medicina magistro*”, el astrolabio que le ha enviado.⁶¹¹

Regalos de astrolabios:

- 4 de noviembre de 1380: el infante Juan encargó al maestro Jaume de Augrago un astrolabio para regalar a su esposa Violante de Bar⁶¹².
- Montserrat, 2 de octubre de 1381: el infante Juan regala un reloj y un astrolabio al monasterio de Montserrat⁶¹³.
- 5 de mayo de 1391: regalo del rey de un cuadrante-astrolabio al Conde de Foix que fue uno de sus aliados-vasallos en la pugna constante territorial con el rey de Francia⁶¹⁴.

Varios:

- Zaragoza el 11 de mayo de 1378: el infante Juan manda al médico Jucef Avernaduc que vaya a verlo llevando el astrolabio.⁶¹⁵

De toda esta variedad documental se concluye que Juan tuvo verdadero interés por los astrolabios y que seguramente los utilizaba, no los tenía sólo por su simbolismo o por su valor estético. Relevante es el pedido de al menos un astrolabio al taller parisino de Jean Fusoris del que nos han llegado más de una docena de astrolabios que, aunque están sin firmar, se le atribuyen.⁶¹⁶ La carta de 1380 en la que reclama un astrolabio nuevo porque el que tiene está equivocado ratifica que el infante Juan sabía cómo debe ser un astrolabio correcto.

8.3.1.3.- Martín I el Humano y los astrolabios

El segundo hijo de Pedro IV, el infante Martín, subió al trono de Aragón por la prematura muerte de su hermano Juan I en 1396, reinando como Martín I hasta 1410. El mecenazgo científico y humanista del rey se pone de manifiesto, por un lado, en su ambiciosa política universitaria y, por otro, en su pasión por los libros de ciencia, literatura, filosofía y religión. En lo que se refiere a la instrumentación científica, no hay hasta el momento ninguna evidencia documental de pedidos de astrolabios firmados por el rey Martín aunque sí se conserva una carta

⁶⁰⁷ MILLÁS (1962a) 1962, p. 75.

⁶⁰⁸ RUBIÓ i LLUCH (1921), pp. 225-226. [ACA, reg. 1746, f. 130].

⁶⁰⁹ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 260. [ACA, reg. 1666, f. 51].

⁶¹⁰ RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 281. [ACA, reg. 1671, f. 39].

⁶¹¹ RUBIÓ i LLUCH (1908), p. 384. [ACA, reg. 1887, f. 152].

⁶¹² MILLÁS (1962a), p. 82; CARDONER (1960), p. 345 [ACA, reg. 1746, f. 130]

⁶¹³ RUBIÓ i LLUCH (1921), pp. 247-248. [ACA, reg. 1664, f. 121].

⁶¹⁴ RUBIÓ i LLUCH (1921), pp. 324-325. [ACA, reg. 1961, f.2].

⁶¹⁵ RUBIÓ i LLUCH (1908), p. 274 [ACA, reg. 1745, f. 82].

⁶¹⁶ POULLE (1963), p. 25.

firmada por el rey en Barcelona el 14 de julio 1405 en la que pide al abad de Poblet una persona que entienda de astrolabios, “*un joven instruyt ben en lo strelau e que en aquell sabes levar la hora de die e de nit*” para que vaya a servir al rey de Sicilia, su hijo.⁶¹⁷ Este documento nos confirma la presencia de expertos en el uso del astrolabio en las cortes de Aragón y de Sicilia.

La gran fuente de información relativa a astrolabios y libros de astronomía que nos ha llegado del rey Martín I es el *Inventari dels bens del rey Don Marti pres per la Reyna Dona Margarida sa muller*, inventario de sus bienes ubicados en el Palacio Mayor de Barcelona y realizado en septiembre de 1410 por su viuda la reina Margarita de Prades. El inventario recoge un total de 2118 objetos entre libros, ropa, muebles y objetos suntuarios (incluidos instrumentos de uso astronómico), ubicados en la librería, en la capilla real y en el guardarropa.⁶¹⁸ Tanto los instrumentos científicos como el grueso de los libros se ubicaba en la librería, como es lógico, con un total de cuatro instrumentos y 289 libros, aunque el total de libros, sumando los devocionales guardados en la capilla, hacen un total de 400.

Los libros científicos suponen más de un 10% de toda la biblioteca y entre ellos los dedicados a astrolabios son dos:⁶¹⁹

- *La stralabia*, un tratado del astrolabio en catalán y árabe con la forma de construir y usar un astrolabio.
- *Stralabi*, tratado del astrolabio en catalán.

En cuanto a instrumentos de uso astronómico y de navegación están inventariados los siguientes:⁶²⁰

- un astrolabio de latón.
- un estuche de cuero negro con siete láminas de astrolabio.
- un cuadrante en un estuche de cuero negro con un cordón de seda verde.
- dos brújulas.

8.3.1.4.- Fernando I de Aragón y los astrolabios

Sólo hay un dato relativo a la relación con los astrolabios de este primer rey de la dinastía Trastámara, que ocupó el trono de Aragón de 1412 hasta su muerte en 1416, pero destaca por su originalidad al encuadrarse en el contexto militar.

Se recoge en la crónica de Alvar García de Santa María (siglo XV) una anécdota sobre la incorrecta utilización de un astrolabio por parte de Enrique de Villena, del que ya se ha hablado anteriormente, cuando participó, a las órdenes de Fernando I de Aragón, en el asedio a la ciudad de Balaguer en 1413. La crónica relata la petición del rey Fernando I a Enrique de Villena para que midiera la altura de las torres de la muralla con el fin de decidir si las escalas que tenían

⁶¹⁷ RUBIÓ i LLUCH (1908), p. 433, [ACA, reg. 2248, f. 124].

⁶¹⁸ MASSÓ i TORRENTS (1905), p. 413; ROY y NAVARRO (1999), pp. 1369-1382.

⁶¹⁹ MASSÓ i TORRENTS (1905), pp. 413-590, pp. 415-454. Para cada libro se indica el título, el idioma, la primera y la última frase. Adicionalmente se añaden algunos detalles sobre la encuadernación (tabla forrada de cuero mayoritariamente) y el material (pergamino mayoritariamente).

⁶²⁰ MASSÓ i TORRENTS, (1905), pp. 492, 500 y 506.

para el asalto eran suficientemente largas “ *don Enrique llevo un astrolabio consygo e quiso medir la altura por su arte del astrolabio e fallo ..[.] e non la supo medir e quando vino el Rey dixo a Don Enrique: echad vuestro astrolabio en rremojo pues tan mal sacó la medida*”.⁶²¹

8.3.1.5.- Alfonso V el Magnánimo y los astrolabios

Sólo se conserva un documento relacionado con astrolabios cuando Alfonso V de Aragón era todavía infante. Se trata de una carta escrita en Perpiñán el 20 de octubre de 1415 al rector del Estudio General de París, Martín Talavera, agradeciéndole el envío que le había hecho de dos astrolabios contruidos en esa ciudad y de los que destaca su belleza y la pericia en su ejecución.⁶²² Precisamente fue en ese mismo año de 1415 cuando el gran constructor de astrolabios Jean Fusoris (1365-1436), que tenía su taller en París, fue encarcelado por traición, así que no puede descartarse que los dos astrolabios fueran de su manufactura.⁶²³

8.3.2.- Reino de Castilla

La pobreza documental de la corona de Castilla no debe llevar a considerar que en ese reino hubo menos actividad relativa a los astrolabios que la documentada en el reino de Aragón. El estudio de la documentación conservada sobre las universidades, principalmente los llamados “libros de claustros” permiten el acercamiento a los planes de estudios de astronomía que se impartían y a partir de ahí se obtiene algo de información sobre el papel que jugaba el astrolabio en las actividades docentes.⁶²⁴

La primera cátedra de astrología (*scientia astrorum*) que se estableció en los reinos cristianos hispanos fue la de la universidad de Salamanca en 1460 y era responsable de impartir astronomía, aritmética, geometría y cosmografía.⁶²⁵ En ese momento había también cátedra de astrología en Bolonia y Cracovia y precisamente de Polonia llegó el primer titular de esa nueva cátedra de Salamanca, Nicolás Polonio documentado en 1464.⁶²⁶ Eso no quiere decir que no se estudiara astronomía en la universidad de Salamanca o en cualquier otra universidad hispana antes de esa fecha, pues la astronomía era una de las cuatro artes del *Quadrivium* y por tanto se enseñaba en la licenciatura de Artes. La relevancia del establecimiento de una cátedra es el incremento de la visibilidad y del nivel de estudios en esa materia.

No nos ha llegado documentación de los estatutos de la cátedra de astrología de Salamanca en el periodo medieval pero sí en el siglo XVI. En los estatutos de 1561 de Covarrubias se especifica que en el primer curso debía estudiarse la esfera (es decir, astronomía esférica), la teoría de los planetas, las tablas astronómicas y el astrolabio.⁶²⁷ Los estatutos de

⁶²¹ MILLÁS (1960), pp. 288-289. Esta crónica se conserva en el manuscrito BNF Ms. Esp. 104, y esta curiosa anécdota en los folios 158v-159r.

⁶²² MILLÁS (1960), p. 302. “*vere pulchre habilia et electa est a peritissimo mecanico*” (ref. ACA Reg.2449, f.143v). Este documento confirma la exportación de astrolabios de París a la Corona de Aragón.

⁶²³ POULLE (1963), p. 3.

⁶²⁴ Sobre los libros de Claustros de la universidad de Salamanca, ver MARCOS RODRÍGUEZ (1964).

⁶²⁵ BEAUJOUAN (1967), p. 11.

⁶²⁶ BEAUJOUAN (1967), p. 27. Nicolás Polonio aparece citado en el manuscrito BNE Ms. 3385, f. 159. Otros manuscritos como el Ms. 98-27 de la catedral de Toledo de 1458-1460 y el Ms. 23 de la catedral de Pamplona de 1463 atestiguan la actividad de la universidad de Salamanca en los campos de la astronomía y la astrología.

⁶²⁷ ALEJO (1993), pp. 110-111.

Zúñiga de 1594 describen un nuevo plan de estudios de 4 años, en lugar de los 3 años del plan anterior, en el que el estudio del astrolabio pasó al tercer curso junto a materias como “el arte de hacer relojes de sol”, la cartografía o el arte de navegar. Por otro lado, en los documentos que se han conservado de visitas a las cátedras, se recoge el día 22 de diciembre de 1589 que el maestro Muñoz “...començo con el uso del astrolabio y ha continuado hasta agora e lo acaba hoy en esta lecion leyendo muy bien e a provecho...”.⁶²⁸

Ningún otro documento se ha identificado hasta el momento.

8.3.2.- Reino de Navarra

Escasa es hasta el momento la información disponible que pone en relación los astrolabios y el reino de Navarra. Los dos temas que aquí se identifican no son sino el punto de partida para un necesario estudio de los archivos del reino de Navarra y quizá también del reino de Francia en el siglo XIV para tratar de encontrar más información relevante.

El primer aspecto a tratar es la dedicatoria que hace Jean Fusoris (1365-1436), el ya mencionado constructor de astrolabios de París, en su importante tratado del uso del astrolabio a Pedro de Navarra (1366-1412), hijo del rey Carlos II el *Malo* y hermano por tanto del rey Carlos III el *Noble*. Clientes de Fusoris fueron prácticamente todos los reyes de los reinos cristianos europeos: Juan I el *Cazador* de Aragón (como ya se ha indicado), Carlos III de Navarra, Enrique V de Inglaterra, Luis I Valois Duque de Orleans, Richard Courtenay obispo de Norwich y hasta Juan XXIII el antipapa.⁶²⁹ Que Fusoris dedique su libro a Pedro de Navarra lo identifica como su potencial mecenas, al menos en las fechas en que escribió su tratado del astrolabio (ca. 1410) y, aunque este personaje vivió en Francia casi toda su vida, como conde de Mortain, no dejó por ello de ser miembro de la corte de Navarra.

El segundo tema guarda relación con el astrolabio taifa firmado por Ibrāhīm ibn al-Sahlī en Valencia a finales de 478H/1086 y que se conserva en el museo Naturwissenschaftliche-Technische Sammlung Orangerie de Kassel (ver ficha A12). Este astrolabio se considera uno de los dos que aparecen registrados, sin ningún detalle sobre sus características, en el inventario de la colección de instrumentos astronómicos y matemáticos del Gabinete de Astronomía y Física del Landgrave de Hessen-Kassel del año 1573. Además está documentado que el conde Hermann von Neuenahr *el Joven* regaló en 1563 a Wilhelm IV *el Sabio* (1532-1592), Landgrave de Hessen-Kassel, un *torquetum* y un astrolabio como prueba de su alianza política. En el documento se recoge que el *torquetum* provenía de la colección del “rey Carlos de Navarra” y, aunque no se explicita el origen del astrolabio, Petra Schmidl y Karsten Gaulke consideran que ambos instrumentos procedían de la misma colección real aunque no se haya encontrado aún documentación sobre la misma.⁶³⁰ Por otro lado, el documento no precisa cuál de los reyes de Navarra de nombre Carlos era el dueño de la colección de instrumentos científicos, podría ser

⁶²⁸ ALEJO (1993), p. 112. La cita pertenece al documento del Archivo Universidad Salamanca (AUS) “Libro de visitas a cátedras 1589-1594, s.f.”

⁶²⁹ SCHECHNER (2008), p. 190.

⁶³⁰ SCHMIDL y GAULKE (2007), p. 222.

Carlos II o Carlos III aunque el perfil de mecenas de Carlos III *el Noble* (1361-1425) invita a vincularle con esa colección de instrumentos científicos.

Esta información no es más que el punto de salida para una futura investigación que permita conocer donde estaba esa colección de instrumentos científicos compuesta al menos por un *torquetum* y posiblemente también por el indicado astrolabio taifa y otros instrumentos, a imagen de la que tenía la Corona de Aragón o el rey Carlos V de Francia (1337-1380) cuyo inventario de bienes fechado en 1380 incluye 12 astrolabios, de los que uno era de oro y dos de plata.⁶³¹ El escaso número de *torquetum* medievales que nos ha llegado incrementa el interés por conocer dónde se construyó ese instrumento que debió pertenecer a Carlos III *el Noble* (1361-1425).⁶³² Otra información que apunta también a Carlos III se encontró en los archivos de la ciudad de Prato (Toscana, Italia) donde se registra el pedido de un mapamundi al cartógrafo mallorquín Jacme Ribas (nuevo nombre del judío Yafuda Cresques tras su conversión) por parte de la casa comercial Datino del Prato para entregarlo al rey de Navarra en los últimos años del siglo XIV. El interés por la cartografía solía ir unido al de la astronomía y los instrumentos científicos.⁶³³

De entre los documentos del Archivo General de Navarra que están catalogados, se ha identificado uno que podría interpretarse como una adquisición por parte del rey Carlos III de instrumentos de uso astronómico realizada en 1423. El texto recogido en el documento menciona la compra de “libros y otras cosas referentes a astrología”.⁶³⁴ Es cierto que el término “cosas” es muy impreciso pero cuesta pensar qué otros objetos que no sean libros pudieran considerarse relacionados con la astronomía en el siglo XV además de los instrumentos astronómicos como el astrolabio, el *torquetum*, el cuadrante o algún otro similar.

Vinculando esta información con la relativa a la dedicatoria del tratado del astrolabio de Fusoris a Pedro de Navarra que era hermano de Carlos III *el Noble* aunque vivió en Francia, se vislumbra una vía de investigación que habrá que transitar para constatar qué nos depara.

⁶³¹ SCHECHNER (1998), p. 7.

⁶³² Mi agradecimiento al Dr. Javier Martínez de Aguirre por identificarme los caminos a seguir para acercarme al reino de Navarra. Sobre la extraordinaria figura del rey Carlos III *el Noble* ver MARTÍNEZ DE AGUIRRE (2009) y CASTRO (1967).

⁶³³ MILLÁS (1960), p. 303.

⁶³⁴ CASTRO (1964), p. 182 “*Martín de Ilúrdoz, escudero, reconoce que ha recibido del tesorero del reino 45 libras que el rey le concedió tanto de gracia especial como para comprar ciertos libros y otras cosas referentes a astrología*” (ref. documento nº 440 de 15 de julio de 1423).

PÁGINA DELIBERADAMENTE EN BLANCO

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES

En opinión del mencionado y muy citado David King, considerado la máxima autoridad mundial en el estudio de los instrumentos científicos medievales, *“los astrolabios deben estudiarse con técnicas epigráficas, lingüísticas y de la historia del arte y no sólo desde los conocimientos matemáticos y astronómicos, como se ha hecho hasta ahora. Esas disciplinas humanísticas completarán lo conocido hasta ahora sobre estos objetos y el papel que jugaron en la cultura de las sociedades islámica y cristiana”*.

Esta tesis pone de manifiesto que los astrolabios medievales españoles precisaban de un estudio integral y completo desde las metodologías de la historia del arte. La actual dispersión y desactualización de la información, la escasez de estudios de fuentes primarias con atención específica a temas relacionados con astrolabios y el hecho de que los astrolabios estén dispersos en museos de todo el mundo y algunos en manos privadas, ha añadido un punto de dificultad a la tarea, pero no se justificaba posponerla. Por tanto, la primera conclusión de esta tesis es que ya se ha iniciado el camino al presentar el primer catálogo crítico de los astrolabios realizados en la península Ibérica durante la Edad Media, tanto los andalusíes como los que se pueden atribuir a los reinos cristianos hispanos. En la catalogación se ha puesto especial atención en describir con detalle y exactitud:

- El corpus decorativo apoyado en un buen número de fotografías de detalle con una primera aproximación a su clasificación tipológica.
- Las características físicas (dimensiones, pesos y análisis del material si existe) como apoyo a futuros estudios que amplíen los todavía escasos sobre metalurgia medieval y técnicas de trabajo en metal en la península Ibérica.
- Las inscripciones originales, tanto en árabe, como en latín y en lenguas vernáculas, sus transliteraciones y traducciones al español. Las únicas inscripciones que no se han leído han sido las escasas que hay en hebreo.⁶³⁵
- Una buena parte de la información astronómica y geográfica contenida en cada pieza del astrolabio.⁶³⁶

Toda esta información se pone a disposición de la comunidad científica para que especialistas en epigrafía, lingüística, historia de la astronomía y las matemáticas, historia de los materiales y las técnicas e historia del arte puedan seguir extrayendo conclusiones y generando discursos cada vez más completos. Por tanto este trabajo es, de alguna manera, un punto de llegada, pero sobre todo lo es de partida para futuras investigaciones, algunas ya identificadas a lo largo de la tesis.

Además de esta primera y más importante conclusión, se desprenden de los análisis

⁶³⁵ Está prevista la publicación de estas inscripciones en hebreo dentro del libro *A Cultural History of Astrolabes Among Jews: Manuscripts and Instruments* de Josefina Rodríguez Arribas.

⁶³⁶ La única información astronómica que se ha obviado voluntariamente para no extender más la tesis es la relativa a las coordenadas de los punteros estelares.

realizados las siguientes:

1. El relato histórico que generan los astrolabios no se puede separar del que emana de sus textos asociados, los tratados del astrolabio y el resto de textos sobre astronomía y matemáticas, pero tampoco se puede desligar del desarrollo de la tecnología de los materiales, en concreto del latón, ni de la producción artística del momento.
2. Queda perfectamente ratificada la existencia de una “tipología andalusí” de astrolabios, tal como la identifica la historiografía, pero dicha tipología sólo engloba aspectos estructurales, geométricos y astronómicos del astrolabio, como la existencia de un *calendario zodiacal* y un *cuadrado de sombras* en el *dorso* y la presencia de las curvas de las doce horas desiguales en las *láminas*.⁶³⁷ Pero los diseños de la *araña* y del *trono* de los astrolabios andalusíes no responden a una sola tipología, identificada con la etiqueta “moorish-style” con punteros “dagger-type”, como se ha afirmado hasta el momento. Hay unas diferencias tanto en los estilos de los punteros como en los adornos que se incorporan a las *arañas* que permiten proponer tipologías diferenciadas asociadas a etapas cronológicas, aceptando que los cambios de estilo no son bruscos, que siempre hay propuestas retardatarias o, contrariamente, innovadoras y que el paso del tiempo nos ha sustraído muchos objetos de la cultura material que pudieran explicar las “aparentes” anomalías. Se propone la siguiente clasificación para los astrolabios manufacturados en al-Andalus:
 - a. Tipología andalusí califal: punteros geométricos y ausencia de decoración en las *arañas*; *tronos* pequeños.
 - b. Tipología andalusí taifa: punteros geométricos y zoomorfos y adornos de referente arquitectónico en las *arañas*; *tronos* triangulares de borde festoneado.
 - c. Tipología andalusí almohade: punteros y adornos geométricos, apuesta por la simetría en las *arañas*; *tronos* triangulares de borde liso.
 - d. Tipología andalusí nazarí: punteros y adornos fitomorfos en palmeta doble o sencilla en la *araña*; *trono* con dobles palmetas emparejadas o entrelazadas.
3. Esa misma “tipología andalusí” se manifiesta en lo estructural en los astrolabios con grafía latina realizados en cualquiera de los reinos cristianos de lo que hoy es Europa y por tanto no sirve, por sí misma, para establecer atribuciones de origen de dichos astrolabios latinos que no suelen estar firmados (sólo uno de los 15 astrolabios catalogados lo está). Pero los diseños de las *arañas* y los *tronos* han sido esenciales a la hora de proponer las atribuciones a reinos cristianos hispanos de algunos de los astrolabios que no lo estaban ya por David King. Se proponen tres tipologías, cronológicamente dependientes y que permiten clasificar los 15 astrolabios estudiados:
 - a. Tipología proto-hispano-cristiana (fecha de atribución anterior al año 1100):

⁶³⁷ Queda para futuras investigaciones realizar un exhaustivo estudio comparativo entre la “tipología andalusí” y el resto de tipologías tanto de manufactura islámica como de reinos cristianos medievales. Ese futuro estudio permitirá modular las afirmaciones aquí vertidas sobre la tipología andalusí.

astrolabios erráticos en su diseño, de baja calidad en la ejecución, copias defectuosas de astrolabios andalusíes o ejemplares basados en tratados del astrolabio.

- b. Tipología bajomedieval hispana-pro-andalusí (siglo XII): astrolabios con diseños muy similares a los andalusíes taifas.
 - c. Tipología bajomedieval hispana-pro-europea (siglos XIII a XV): astrolabios con elementos andalusíes combinados con otros que los acercan a la producción europea. Son los más difíciles de atribuir y en los que es más necesario el estudio epigráfico y lingüístico de las inscripciones, el análisis metálico por XRF y el de las técnicas de grabado mediante microscopía.
4. Modelizar los talleres astrolabistas de la España medieval, en una primera aproximación abierta al debate, ha sido un reto. Se ha tratado de identificar las intersecciones entre la documentación relativa a procesos de manufactura de astrolabios, la información publicada sobre talleres en la Edad Moderna, los estudios sobre metalurgia de las aleaciones del cobre y la observación directa y atenta de todo lo que los astrolabios nos cuentan de sí mismos. El modelo propuesto es tentativo y con seguridad será mejorado en el futuro pero pretende ser un primer paso en la dirección de conocer mejor los procesos productivos de naturaleza dual científico-artística en la Edad Media a pesar de la escasez de evidencias encontradas. Aspectos como la transmisión de padres a hijos de este tipo de manufactura, como ocurre en otras ramas de la actividad productiva medieval, parecen razonablemente sólidos.
 5. El exhaustivo y metódico trabajo de campo que se ha seguido para la ejecución de esta tesis ha permitido, no sólo catalogar con mucho detalle los astrolabios sino solicitar a sus conservadores la realización de análisis metálicos de sus piezas si estos no se habían realizado ya. De los cinco análisis que se incluyen en el anexo 7, sólo dos estaban publicados y los otros tres se dan a conocer en esta tesis. Sería muy deseable establecer un programa de análisis metálicos de todos los astrolabios españoles, tanto los andalusíes como los de los reinos cristianos con el fin de elaborar un “mapa del latón de los astrolabios de la España medieval” que ayude a fechar objetos realizados con esta aleación y mejore el conocimiento de su proceso de producción. El coste asociado a este programa debería cuantificarse y podría asociarse a un programa estatal de I+D+i.
 6. El estudio realizado para contextualizar los astrolabios en las sociedades que convivieron en la península Ibérica a lo largo de toda la Edad Media evidencia que a uno y otro lado de la frontera los modelos de mecenazgo eran similares con la corte en primer lugar, el estamento religioso en segundo y el docente (escuelas, universidades) en tercer lugar.
 7. La búsqueda de la trayectoria seguida por cada uno de los astrolabios catalogados desde su origen en al-Andalus o los reinos cristianos hispanos hasta su actual ubicación en un museo o institución similar no ha deparado grandes sorpresas pues en la mayoría de los casos nada se sabe del ejemplar antes del siglo XIX. Excepciones relevantes han sido la del astrolabio taifa conservado en el museo de la universidad Jagiellonian de Cracovia (ficha A5) que se encuentra allí al menos desde finales del siglo XV y la del astrolabio taifa del Museo de

Kassel que se encuentra allí desde mediados del siglo XVI y perteneció a la colección de instrumentos científicos del reino de Navarra, posiblemente promovida por Carlos III el *Noble*.

8. Se ha incorporado el reino de Navarra en el siglo XIV al esquema de cortes relacionadas con el astrolabio de una u otra manera, en el que ya se ubicaban las Coronas de Castilla y Aragón, aportando nueva información sobre el particular.
9. La tabla que se ha elaborado con las inscripciones de los nombres de las estrellas grabados en los punteros de todos los astrolabios estudiados (ver anexo 1) permite constatar una mayor homogeneidad en el uso de ciertas abreviaciones de dichos nombres en los astrolabios andalusíes frente a los de los reinos cristianos que presentan una gran dispersión.
10. Las dificultades para datar los astrolabios que no incluyen fecha de construcción se mantienen, aunque el estudio comparado de las características de esos astrolabios con los que están datados han permitido proponer datación en todos los casos. Es importante resaltar que los astrolabios que llevan fecha la tienen grabada en su *dorso*, es decir, en el reverso de su pieza estructural básica. No se debe deducir que la datación de esa pieza se extiende al resto de piezas del astrolabio, las *láminas* y la *araña*, y ese hecho se ha puesto de manifiesto en los casos en que las diferencias en la grafía de las inscripciones de cada pieza se hacía evidente a ojos profanos. El auxilio de expertos paleógrafos en el estudio de las inscripciones permitiría afinar más en el conocimiento de los avatares de cada astrolabio y las modificaciones que ha vivido a lo largo del tiempo.

Y hasta aquí las conclusiones de este trabajo que no concluye aquí. Espero que el placer que como historiadora del arte medieval he sentido al trabajar con objetos que en su gran mayoría están firmados y fechados, algo infrecuente en este periodo de tiempo y que nos adentran en el sugerente mundo de las relaciones arte-ciencia, encuentre eco en otros colegas con esta formación.

Vaya mi recuerdo agradecido a todos los astrolabistas medievales y a sus mecenas, con los que he compartido sensaciones, sorpresas y desvelos alrededor de los objetos que salieron de sus manos y sus mentes y que nos han legado. Volviendo a parafrasear a David King: *“los astrolabios son una fuente excitante de información sobre la historia de la cultura material y de otras áreas de la actividad humana en la Edad Media.[..] Dejemos hablar por si mismos a los astrolabios que han sobrevivido porque tienen historias individuales que contar que nos ayudarán a comprender esa sociedad”*. Ojalá haya sabido plasmar en estas páginas lo que los astrolabios me han contado.

AQUÍ FINALIZA LA PARTE 1

LA PARTE 2 CONTIENE EL CATÁLOGO, LA BIBLIOGRAFÍA Y LOS ANEXOS.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE de MADRID
FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA
Departamento de Historia del Arte I (Medieval)

**ASTROLABIOS EN LA ESPAÑA MEDIEVAL:
DE AL-ANDALUS
A LOS REINOS CRISTIANOS**

PARTE 2 (de 2)

Memoria para optar al grado de doctor presentada por:

M^a Azucena Hernández Pérez

Director: Dr. Antonio E. Momplet Míguez

Abril 2017

ÍNDICE

RESUMEN / ABSTRACT	1
PARTE 1	
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN, METODOLOGÍA y ESTADO DE LA CUESTIÓN	5
1.1.- INTRODUCCIÓN	5
1.2.- METODOLOGÍA	11
1.3.- ESTADO DE LA CUESTIÓN	15
CAPITULO 2: UN ACERCAMIENTO AL ASTROLABIO.....	25
2.1.- EL ASTROLABIO: UN INSTRUMENTO ASTRONÓMICO	25
2.2.- PARTES DE UN ASTROLABIO	30
2.2.1.- <i>La madre y la corona</i>	30
2.2.2.- <i>El dorso</i>	31
2.2.3.- <i>La araña</i>	35
2.2.4.- <i>Las láminas</i>	38
2.2.5.- <i>El trono y el sistema de suspensión</i>	40
2.2.6.- <i>La alidada</i>	41
2.3.- USOS Y APLICACIONES DEL ASTROLABIO	41
2.4.- OTROS ASTROLABIOS: LINEAL, ESFÉRICO Y NAÚTICO	44
CAPÍTULO 3: TALLERES DE ASTROLABIOS.....	47
3.1.- EL ASTROLABIO EN SU MATERIALIDAD	47
3.2.- PROCESO DE MANUFACTURA DE UN ASTROLABIO EN LA EDAD MEDIA	50
3.2.1.- El inicio del proceso: diseño de un astrolabio	52
3.2.2.- La continuación del proceso: la ejecución material	58
3.3.- MODELIZACIÓN DE LOS TALLERES ASTROLABISTAS	65
3.4.- LOS TALLERES DE ASTROLABIOS EN AL-ANDALUS	70
3.5.- TALLERES DE ASTROLABIOS EN LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS	76
3.5.1.- Talleres de astrolabios en la Corona de Castilla	76
3.5.2.- Talleres de astrolabios en la Corona de Aragón.....	78
3.5.3.- Talleres de astrolabios en el reino de Navarra	80
CAPÍTULO 4: DEL ORIGEN DEL ASTROLABIO A SU PRESENCIA Y DESARROLLO EN AL-ANDALUS	81
4.1.- PRECEDENTES BABILONIOS DEL ASTROLABIO	81

4.2.- INSTRUMENTOS ASTRONÓMICOS EN LA GRECIA HELENÍSTICA	81
4.3.- ASTROLABIOS EN BIZANCIO.....	84
4.4.- ASTROLABIOS EN EL ISLAM ORIENTAL HASTA SU LLEGADA A AL-ANDALUS	86
4.5.- EL ASTROLABIO EN AL-ANDALUS: MECENAZGO Y CONTEXTO	90
4.5.1.- Astrolabios y mecenas: el relato cronológico	90
4.5.2.- Reflexiones sobre el contexto	95
4.6.- TABLA – RESUMEN DE LOS ASTROLABIOS ANDALUSÍES Y ANÁLISIS COMPARATIVOS	97
4.6.1.- Tabla-resumen de los astrolabios andalusíes	97
4.6.2.- Análisis y contextualización de características diferenciadoras en los astrolabios andalusíes catalogados	107
4.6.2.1.- Nombres de las estrellas rotulados en los punteros de las arañas	107
4.6.2.2.- Ciudades y latitudes rotuladas en las láminas	108
4.6.2.3.- Astrolabios con inscripciones alfabéticas añadidas en otra lengua	111
4.6.2.4.- Astrolabios con inscripciones numéricas con cifras occidentales.....	112
4.6.2.5.- Astrolabios con calendario perpetuo solar y/o lunar	112
4.6.2.6.- Presencia de láminas para uso astrológico	113
4.6.2.7.- Presencia de láminas para uso matemático y astronómico.....	115
4.6.2.8.- Astrolabios con soluciones universales.....	116
4.6.2.9.- Astrolabios con escalas de cotangentes en dos cuadrantes del dorso.....	116
4.6.2.10.- Ubicación de la inscripción de autoría, lugar y fecha	118
CAPÍTULO 5: ASTROLABIOS EN LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS: MECENAZGO Y CONTEXTO	119
5.1.- DIFUSIÓN DEL ASTROLABIO ANDALUSÍ A LOS REINOS CRISTIANOS	119
5.2.- ASTROLABIOS EN LA CORONA DE CASTILLA: MECENAZGO Y CONTEXTO.....	122
5.3.- ASTROLABIOS EN LA CORONA DE ARAGÓN: MECENAZGO Y CONTEXTO.....	124
5.4.- ASTROLABIOS EN EL REINO DE NAVARRA: MECENAZGO Y CONTEXTO	126
5.5.- TABLA – RESUMEN DE LOS ASTROLABIOS DE LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS Y ANÁLISIS COMPARATIVOS	127
5.5.1.- Tabla-resumen de los astrolabios de los reinos cristianos.....	127
5.5.2.- Análisis y contextualización de características similares en los astrolabios de los reinos cristianos catalogados.....	132
5.5.2.1.- Astrolabios con <i>láminas</i> dedicadas a los “climas ptolemaicos”	132
5.5.2.2.- Tipos de numeración utilizada en los astrolabios.....	133
5.5.2.3.- Nombres de las estrellas rotulados en los punteros de las <i>arañas</i>	133
5.5.2.4.- Ciudades y latitudes rotuladas en las <i>láminas</i>	134
5.5.2.5.- Astrolabios con algunas inscripciones alfabéticas en hebreo y/o árabe.....	134
5.5.2.6.- Astrolabios con algunas inscripciones alfabéticas en lenguas vernáculas	135

CAPÍTULO 6: ASTROLABIOS Y SOCIEDAD MEDIEVAL.....	137
6.1.- ASTROLABIOS, ISLAM Y MEZQUITAS.....	138
6.2.- ASTROLABIOS, IGLESIA Y MONACATO.....	142
6.3.- ASTROLABIOS, MADRASAS y UNIVERSIDADES	151
6.3.1.- Madrasas y escuelas científicas en al-Andalus	151
6.3.2.- Universidades en los reinos cristianos	153
6.4.- ASTROLABIOS y MEDICINA EN LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS	155
6.5.- ASTROLABIOS Y MUJER	158
6.6.- ASTROLABIOS EN UNA SOCIEDAD MULTICULTURAL: INSCRIPCIONES BILINGÜES/TRILINGÜES	161
CAPÍTULO 7: ASTROLABIOS COMO OBJETOS GENERADORES DE PRESTIGIO. SU DIMENSIÓN ARTÍSTICA Y SIMBÓLICA.....	165
7.1.- ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DECORATIVOS DE LOS ASTROLABIOS	165
7.1.1.- Los punteros de las <i>arañas</i>	176
7.1.1.1.- Punteros de forma geométrica.....	178
7.1.1.2.- Punteros zoomorfos.....	179
7.1.1.3.- Punteros de formas vegetales	181
7.1.2.- Los adornos en la <i>araña</i>	182
7.1.2.1.- Adornos de forma geométrica.....	183
7.1.2.2.- Adornos de formas arquitectónicas	186
7.1.2.3.- Adornos fitomorfos y zoomorfos	188
7.1.3.- Un caso claro de relación: ¿original y copia?	188
7.1.4.- Los <i>tronos</i>	189
7.1.5.- Otros elementos decorativos	191
7.2.- EL ASTROLABIO Y SU DIMENSIÓN SIMBÓLICA E ICONOGRÁFICA.....	191
7.2.1.- La dimensión simbólica e iconográfica del astrolabio	193
CAPÍTULO 8: ASTROLABIOS EN FUENTES PRIMARIAS ESCRITAS	199
8.1.- TRATADOS DEL ASTROLABIO	199
8.1.1.- Tratados del Astrolabio en al-Andalus.....	203
8.1.2.- Tratados del Astrolabio en los reinos cristianos hispanos.....	211
8.2.- TEXTOS SOBRE ASTRONOMÍA CON REFERENCIAS A ASTROLABIOS	221
8.2.1.- Alfonso X y sus textos indirectamente relacionados con el astrolabio	222
8.2.2.- Ramón Llull y sus textos relacionados con el astrolabio	224
8.2.3.- El astrolabio en el Tratado de Astrología de Enrique de Villena / Andrés Gómez de Zamora	226
8.2.4.- Abraham Zacut y el astrolabio	228

8.3.- DOCUMENTACIÓN DE ARCHIVO RELACIONADA CON EL ASTROLABIO.....	229
8.3.1.- Reino de Aragón	229
8.3.1.1.- Pedro IV el Ceremonioso y los astrolabios	229
8.3.1.2.- Juan I el Cazador y los astrolabios	231
8.3.1.3.- Martín I el Humano y los astrolabios	233
8.3.1.4.- Fernando I de Aragón y los astrolabios.....	234
8.3.1.5.- Alfonso V el Magnánimo y los astrolabios.....	235
8.3.2.- Reino de Castilla	235
8.3.2.- Reino de Navarra	236
CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES.....	239
PARTE 2	
CAPÍTULO 10: CATÁLOGO	243
10.1.- CATALOGACIÓN DE LOS ASTROLABIOS ANDALUSIES.....	243
10.1.1.- Atribución de lugar y fecha de construcción.....	244
10.1.2.- Elementos comunes a las fichas de los astrolabios andalusíes del catálogo	245
10.1.3.- Fichas de los astrolabios andalusíes	247
A1: Astrolabio omeya en el BNF Ms Lat. 7412.....	248
A2: Astrolabio anónimo omeya del British Museum.....	255
A3: Astrolabio de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en Edimburgo	264
A4: Astrolabio de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en Berlín	272
A5: Astrolabio de Córdoba en Universidad Jagiellonian Cracovia.....	282
A6: Astrolabio al-Sahlī del Museo Arqueológico Nacional.....	294
A7: Astrolabio al-Sahlī del Museo Historia de la Ciencia de Oxford	306
A8: Astrolabio de al-Sahlī en Observatorio Astronómico de Roma	316
A9: Astrolabio al-Ṣabbān del Museo de Múnich	321
A10: Astrolabio al-Naqqāš del Museo de Núremberg	330
A11: Astrolabio de Guadalajara del M ^o de H ^a de la Ciencia de Oxford.....	340
A12: Astrolabio de Ibrāhīm ibn al-Sahlī del Museo de Kassel	351
A13: Astrolabio ibn Saʿīd al-Sahlī del Museo de Historia de Washington.....	362
A14: Astrolabio de al-Jamāʿirī de la colección Sauvage	369
A15: Azafea de al-Jamāʿirī del Observatorio Astronómico de Roma.....	372
A16: Astrolabio de al-Jamāʿirī en el Museo de Fez	376
A17: Azafea de al-Jamāʿirī de la Biblioteca Nacional de Francia	383
A18: Astrolabio de al-Jamāʿirī de 1221 Museo H ^a de la Ciencia de Oxford	386
A19: Astrolabio de al-Jamāʿirī de 1224 Museo H ^a de la Ciencia de Oxford	394

A20: Astrolabio de al-Jamā'irī en el Smithsonian de Washington	402
A21: Astrolabio de al-Jamā'irī en el Museo Islámico del Cairo	408
A22: Astrolabio de al-Jamā'irī en Chicago	413
A23: Astrolabio almohade en el Museo Capodimonte.....	420
A24: Astrolabio de ibn Ḥātim en Adler Planetarium Chicago.....	427
A25: Azafea de Ibn Huḍayl de la Real Academia de Barcelona.....	436
A26: Astrolabio Imola del Museo della Specola de Bolonia	439
A27: Astrolabio ibn Bāšo de la Real Academia de la Historia	447
A28: Astrolabio ibn Bāšo (1) del Museo de Arte Islámico de Doha.....	455
A29: Astrolabio ibn Bāšo (2) del Museo de Arte Islámico de Doha.....	465
A30: Astrolabio nazarí del Technisches Museum de Viena.....	472
A31: Astrolabio ibn al-Raqqām de la Real Academia de la Historia.....	481
A32: Astrolabio de al-Šaraḥī en el Museo Marítimo de Estocolmo	487
A33: Astrolabio Ibn Faraḡ del Museo Capodimonte	495
A34: Astrolabio de ibn Zāwal en el Museo Arqueológico de Granada.....	502
10.2.- CATÁLOGACIÓN DE LOS ASTROLABIOS DE LOS REINOS CRISTIANOS	
HISPANOS	509
10.2.1.- Atribución de lugar y fecha de construcción.....	509
10.2.2.- Elementos comunes a las fichas de los astrolabios de los reinos cristianos hispanos del catálogo	509
10.2.3.- Fichas de los astrolabios andalusíes	509
C1: Astrolabio Destombes.....	510
C2: Astrolabio de climas Museo de Historia de la Ciencia de Oxford.....	518
C3: Astrolabio pequeño en el M ^o de H ^a de la Ciencia de Oxford.....	525
C4: Astrolabio hispano de climas en el British Museum	531
C5: Astrolabio Museo Marítimo de Greenwich	536
C6: Astrolabio Zaragoza Museo Historia de la Ciencia de Oxford.....	543
C7: Astrolabio Caird del Museo Nacional Marítimo de Greenwich	552
C8: Astrolabio valenciano del Museo Nacional Marítimo de Greenwich.....	559
C9: Astrolabio Hebreo colección Nasser Khalili	566
C10: Astrolabio de la Sociedad de Anticuarios de Londres	571
C11: Astrolabio con tetralóbulo Museo de H ^a de la Ciencia de Oxford.....	579
C12: Astrolabio hispano del Museo Aga Khan de Toronto	586
C13: Astrolabio de Petrus Raimundi de Barcelona.....	595
C14: Astrolabio Hebreo del British Museum.....	605

C15: Astrolabio de aves y leones Museo de H ^a de la Ciencia de Oxford.....	610
BIBLIOGRAFÍA.....	619
ANEXO 1: TABLA DE NOMBRES DE ESTRELLAS EN LOS ASTROLABIOS MEDIEVALES ESPAÑOLES: ANDALUSÍES Y DE LOS REINOS CRISTIANOS ...	653
ANEXO 2: TABLAS DE PRESENCIA DE CIUDADES Y LATITUDES EN LAS LÁMINAS DE LOS ASTROLABIOS DEL CATÁLOGO.....	683
ANEXO 3: TABLA-RESUMEN TRATADOS DEL ASTROLABIO EN AL-ANDALUS Y REINOS CRISTIANOS.....	709
ANEXO 4: GLOSARIO DE TÉRMINOS ASTRONÓMICOS Y MATEMÁTICOS QUE APARECEN EN EL TEXTO.....	712
ANEXO 5: NUMERACIÓN <i>ABŶAD</i> EN ASTROLABIOS ANDALUSÍES	717
ANEXO 6: TABLA DE TRANSLITERACIÓN DEL ÁRABE AL ESPAÑOL UTILIZADA EN LA TESIS.....	718
ANEXO 7: ANALISIS METÁLICOS REALIZADOS A ASTROLABIOS DEL CATÁLOGO.....	719

PARTE 2

CAPÍTULO 10: CATÁLOGO

10.1.- CATALOGACIÓN DE LOS ASTROLABIOS ANDALUSIES

Las 34 fichas que conforman esta parte del catálogo contienen toda la información sobre cada astrolabio andalusí obtenida del análisis directo de los mismos en la mayoría de los casos o de las fotos disponibles sobre él, así como de lo publicado, en mayor o menor detalle en la bibliografía. Se ha homogeneizado la estructura de las fichas, tanto para facilitar su lectura como para posibilitar los estudios comparativos.

La estructura de las fichas es la siguiente:

- **Identificación del astrolabio:** consta de la letra “A” (de andalusí) seguida de un número de orden en base a su cronología. Sigue un identificativo nominal relacionado con el astrolabio y por último se muestra su ICN (International Checklist Number) que es una convención adoptada por la comunidad científica para clasificar los instrumentos científicos.
- **Cuadro-resumen:** foto del frente y el dorso, autor, lugar y fecha de construcción, dimensiones, partes que lo componen e institución en la que se conserva.
- **Aspectos generales:** se recogen los aspectos más relevantes del astrolabio y de su autor, a modo de resumen de todo lo que se desarrolla en los siguientes puntos.
- **Aspectos decorativos:** esta es una de las aportaciones de esta tesis y se ha cuidado especialmente la identificación de todos los elementos que tienen una componente estética además de estructural. Se aporta un corpus fotográfico de esos elementos y se describen cuidadosamente.
- **Descripción de las partes del astrolabio:** se incluyen todos los detalles de cada una de las partes del astrolabio (*madre, corona, dorso, araña, láminas, trono, sistema de sustentación, alidada, clavo y caballete*), poniendo especial atención en las inscripciones que tienen, ya sea la de autoría, los nombres de estrellas, las localidades geográficas, los datos calendáricos, los valores numéricos de latitud o las relativas a escalas, entre otras. Las inscripciones se muestran de forma ordenada, mayoritariamente tabulada, y siguiendo criterios claramente indicados. Por ejemplo, en el caso de las *láminas*, éstas se ordenan siempre por valor ascendente de la latitud inscrita en ellas, presentando, por supuesto, de forma contigua las caras “a” y “b” de cada *lámina*. Para las estrellas se ha elegido la ordenación en base a una coordenada celeste: la Ascensión Recta (RA)¹. Todas las inscripciones en árabe se indican primero en grafía árabe y luego su transliteración y su traducción al español.² En el caso de

¹ Ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”. La ordenación de las estrellas de una *araña* de astrolabio según su Ascensión Recta (RA) es la seguida por Konraad van Cleempoel en sus numerosas publicaciones.

² Ver Anexo 6 con las reglas de transliteración del árabe al español que se han seguido.

inscripciones en latín o en lenguas vernáculas sólo se indica la traducción cuando no es evidente su significado.

- **Procedencia y recorrido del astrolabio:** se recoge la información, proporcionada por las instituciones en las que se encuentran los astrolabios, relativa a su procedencia y modo de adquisición. Hay sólo dos casos (fichas A5 y A12) en los que hay datos anteriores al siglo XIX.
- **Bibliografía específica del astrolabio:** se recogen todas las publicaciones consultadas en las que aparece información, aunque sea escasa, relativa al astrolabio. En algunos casos se trata de información actualizada y suficiente aunque mayoritariamente se trata sólo de datos escasos e incluso obsoletos. La relación no es exhaustiva en lo que se refiere a los catálogos de exposición pues algunos de los astrolabios se han exhibido en muchas ocasiones, aunque la información que se facilita sobre ellos en los catálogos es, en la mayoría de los casos, muy general y repetitiva.

Los criterios seguidos para la inclusión de un astrolabio en este catálogo son los siguientes (deben cumplirse todos):

- Astrolabio dotado de identificador ICN e incluido en la relación de instrumentos astronómicos medievales de David A. King (disponible online: <http://www.davidaking.org/instrument-catalogue-TOC.htm>).
- Astrolabio conservado en una institución pública o privada que permita acceso público al mismo, aunque sea restringido en el tiempo y previa petición. Se han excluido, por tanto, los astrolabios en colección particular anónima que, no obstante, podrían ser objeto de futuros estudios. Excepcionalmente se han incluido dos astrolabios andalusíes que hoy se encuentran en paradero desconocido (fichas A14 y A15) por ser piezas de interés y haber sido bien publicados en el pasado cuando se encontraban en instituciones conocidas.
- Astrolabio realizado en al-Andalus durante el periodo medieval en el caso de los astrolabios firmados y datados, o atribuido a taller andalusí según los criterios detallados más adelante (punto 10.1.1).
- Astrolabio completo o casi completo en sus piezas esenciales (*madre, láminas y araña*).

10.1.1.- Atribución de lugar y fecha de construcción

De los 34 astrolabios catalogados sólo hay tres que no incorporan ni firma del autor, ni fecha ni lugar de construcción (fichas A23, A26 y A30). Hay además dos firmados pero sin fecha ni lugar de construcción (fichas A1 y A2) y uno sin nombre del autor pero con fecha y lugar de construcción. En estos seis casos se ha seguido un mismo proceso para la atribución de autoría, fecha y lugar de construcción que se recoge en cada ficha en el epígrafe “Aspectos generales” y que se resume así:

- Recogida de todos los datos sobre atribución en la bibliografía específica del astrolabio
- Análisis de los elementos decorativos y las inscripciones, sobre todo las relativas a ciudades y latitud en las *láminas*.

- Propuesta de una atribución de fecha y lugar de construcción e incluso de autor, si parece factible. En cualquier caso, y como en toda atribución, futuros estudios podrían modificarla.

10.1.2.- Elementos comunes a las fichas de los astrolabios andalusíes del catálogo

Se recogen a continuación una serie de aclaraciones y aspectos que son comunes a todas las fichas con el fin de aligerar su amplio contenido y como una prueba más de las similitudes entre todos ellos.

Todas las inscripciones numéricas en árabe que aparecen en los astrolabios están en notación alfanumérica *abŷad*, en su variante occidental, que es la que utilizó en al-Andalus. En el Anexo 5 “Numeración *abŷad*” se facilita su equivalencia con nuestra numeración actual. Adicionalmente, algunos astrolabios fueron retallados posteriormente en reinos cristianos de modo que aparecen, junto o en lugar de las inscripciones numéricas en árabe, otras en cifras occidentales con grafía medieval o posterior y, en algunos casos, en numeración romana.³

Entre los datos incluidos en el cuadro-resumen inicial figuran el de “altura” y el de “espesor”. El dato de la altura no incluye el *asa* ni la *anilla*, es decir, indica la altura (diámetro) de la *madre* más la altura del *trono*. El valor del espesor se refiere al total de la *madre* con la *corona* y por tanto excluye el grosor debido al *clavo* y el *caballete* ya que estos elementos son mayoritariamente adiciones posteriores.

El contenido más detallado y extenso de estas fichas es el relativo a las inscripciones que, además, se presentan triplicadas: en grafía árabe, transliteradas y traducidas al español. Algunas de esas inscripciones se repiten de forma idéntica o casi idéntica en todos los astrolabios por lo que es más sencillo incluirlas aquí e indicar en las fichas sólo aquello específico o diferente, si lo hay.

1.- *Madre* del astrolabio:

Las inscripciones en la *corona* de la *madre* lleva, en todos los casos, una escala graduada de 0° a 360° en notación alfanumérica *abŷad*, con los valores numéricos rotulados cada 5 grados y marcas de subdivisión cada grado.⁴

2.- *Dorso* del astrolabio:

Todos tienen una disposición de varios anillos. El más exterior presenta una escala graduada de 0° a 90°, en los dos cuadrantes superiores, con los valores rotulados de 5 en 5 grados, en notación alfanumérica *abŷad* y marcas de subdivisión cada grado. El orden de numeración (valor 0°) empieza en los extremos este u oeste de los cuadrantes y termina (valor 90°) en los extremos norte o sur, respectivamente. Los dos cuadrantes inferiores presentan variaciones y por tanto se indican en cada ficha.

³ Un completo estudio de los tipos de numeración que convivieron en la península Ibérica, desde la islámica *abŷad* usada en al-Andalus hasta la llegada de las actuales cifras occidentales de origen hindú a los reinos cristianos en LEMAY (1977), pp. 435-459.

⁴ Ver anexo 5 “Numeración *abŷad*”

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal que es una característica identificativa de los astrolabios andalusíes frente a los del Islam oriental.⁵ El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 5° y con marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco están rotulados en árabe como sigue:

Nombre del signo	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Nombre del signo	Inscripción en el dorso, transliteración y traducción
Aries	الحمل <i>al-ḥamal</i> =el cordero	Virgo	السنبلة <i>al-sunbula</i> = la espiga
Tauro	الثور <i>al-tawr</i> = el toro	Libra	الميزان <i>al-mīzān</i> = la balanza
Géminis	Dos opciones: 1) الجوزا <i>al-ḡawzā</i> = el gigante 2) التويمان <i>al-tawmān</i> (los gemelos)	Escorpio	العقرب <i>al-‘aqrab</i> = el escorpión
		Sagitario	القوس <i>al-qaws</i> = el arco
		Capricornio	الجدى <i>al-ḡadī</i> = la cabra
Cáncer	السرطان <i>al-saraṭān</i> = el cangrejo	Acuario	الدلو <i>al-dalū</i> = la vasija
Leo	الأسد <i>al-asad</i> = el león	Piscis	الحوت <i>al-ḥūt</i> = la ballena

Como puede observarse, hay dos términos que se usan para nombrar el signo de Géminis. La razón es que en la tradición astronómica pre-islámica arabo-beréber se ubicaba una constelación llamada *al-ḡawzā* (mujer gigante) en el lugar donde la tradición babilónica, que luego se adoptó en Grecia y ha llegado a nuestros días, ubicaba la constelación de Géminis. En los primeros siglos de la astronomía islámica se mantuvo el nombre *al-ḡawzā* para el signo ocupado por la constelación de Géminis hasta que se adoptó el nombre ptolemaico “gemelos” cuya traducción al árabe es *al-tawmān*.⁶

Los anillos tercero y cuarto llevan grabados los meses del año juliano con los días rotulados cada 5 días (hasta 30, 31 o 28 según el mes) en notación numérica *abḡad*. Las inscripciones de los meses se muestran en la siguiente tabla:

Nombre del mes en castellano	Inscripción en el dorso y transliteración	Nombre del mes en castellano	Inscripción en el dorso y transliteración
Enero	يناير (<i>yanāir</i>)	Julio	يولية (<i>yūlīa</i>)
Febrero	فبراير (<i>fibrair</i>)	Agosto	اغست (<i>agusta</i>)
Marzo	مارس (<i>mārs</i>)	Septiembre	سنتبر (<i>sitanbar</i>)
Abril	ابريل (<i>abrīl</i>)	Octubre	اكتوبر (<i>uktūbar</i>)
Mayo	ماية (<i>māya</i>)	Noviembre	نوبير (<i>nūbabar</i>)
Junio	يونية (<i>yūnīa</i>)	Diciembre	دجنبر (<i>diḡanbar</i>)

⁵ VILADRIK (1992), p. 62.

⁶ SAVAGE (2013), p. 132.

El anillo de los meses puede ser concéntrico o excéntrico respecto al de los signos del zodiaco y ambas opciones están presentes en los *dorsos* de los astrolabios andalusíes. Esta característica se consigna en cada una de las fichas.

Otro elemento siempre presente en los *dorsos* de astrolabios andalusíes es el *cuadrado de sombras*, una doble escala altimétrica que sirve para medir distancias tanto horizontales como verticales y se gradúa en “dedos”. Los *cuadrados de sombras* pueden ser simples o dobles y tener inscripciones alfabéticas y numéricas algo diferentes por lo que se describen en cada ficha.

3.- Láminas

Pueden ser de diversos tipos: de latitud, universales o astrológicas. Las más frecuentes son las de latitud que tienen grabada una proyección estereográfica ecuatorial de la bóveda celeste que incorpora las siguientes curvas:⁷

- 4 circunferencias concéntricas: la Polar Ártica, la de Cáncer, la del Ecuador y la de Capricornio.
- Curvas almicantares.
- Curvas azimutales.

En cada ficha se indica el número total de curvas almicantares y de curvas azimutales grabadas en cada *lámina* así como las separaciones en grados entre ellas, puesto que esto difiere en cada astrolabio y es una característica que informa de su precisión y la calidad de su ejecución.

Las inscripciones alfabéticas y numéricas varían en cada astrolabio y por tanto se indican en cada ficha.

10.1.3.- Fichas de los astrolabios andalusíes

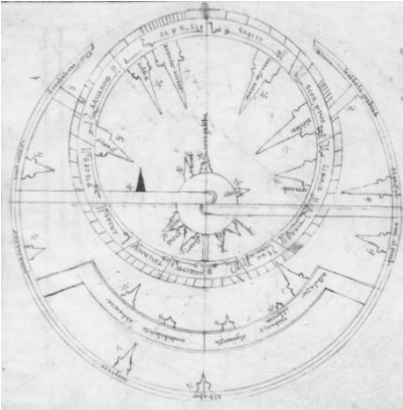
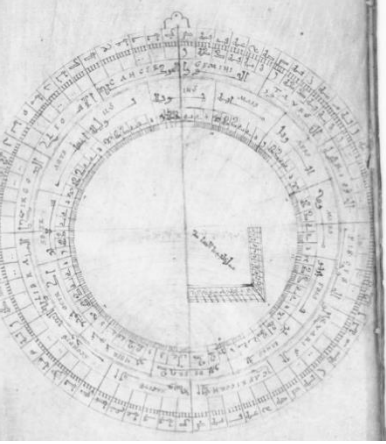
En el catálogo se han incluido las tres azafeas andalusíes que han llegado a nuestros días en tanto en cuanto comparten muchos elementos comunes con los astrolabios y se destinaron a los mismos usos. Fueron soluciones universales que dieron respuesta a la necesidad de optimizar el diseño dependiente de la latitud del astrolabio y como tal están cualificadas para ser incluidas en este catálogo. No obstante, no se les ha dedicado la atención detallada que merecen, desde el punto de vista astronómico y matemático, por carecer de dimensión decorativa y situarse, por tanto, en los límites del alcance de esta tesis.

A continuación se presentan las 34 fichas.

⁷ Sobre lo que es la proyección estereográfica ecuatorial de la bóveda celeste ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

A1: Astrolabio omeya en el BNF Ms Lat. 7412

ICN / International Instrument Checklist Number = #4024

<p>FRENTE⁸</p> 	<p>Constructor: Jalaf ibn al-Mu'āḍ</p> <p>Lugar: ¿Córdoba?</p> <p>Fecha: ca. 978</p> <hr/> <p>Material: Dibujo en pergamino</p> <p>Diámetro: 17,9 cm</p> <p>Altura: 18,6 cm</p> <p>Espesor: -- cm</p> <p>Peso: -- gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafías: Cúfica y latina carolingia</p> <p>Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyād</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>dorso</i> y <i>araña</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el <i>dorso</i>):</p> <p><i>Obra de Jalaf ibn al-Mu'āḍ</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>dorso</i>, <i>araña</i>, 3 <i>láminas</i> y <i>trono</i> (en 9 dibujos)</p>		
<p>Conservado en: Biblioteca Nacional Francesa Arsenal (Ms. Lat. 7412, ff. 19v-23v)</p>		

1.- Aspectos generales

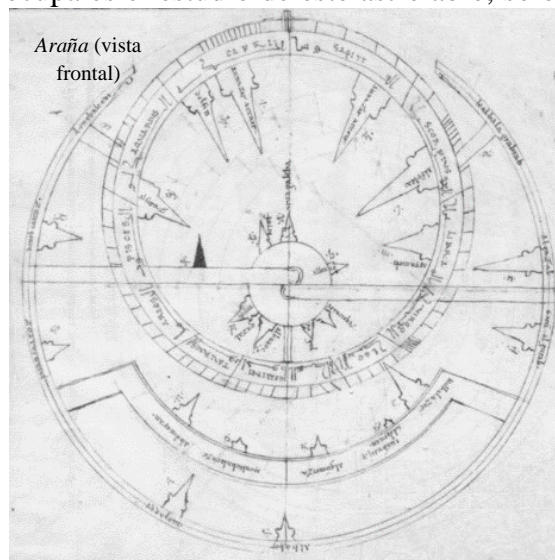
El más antiguo de los astrolabios realizados en al-Andalus nos ha llegado dibujado en un manuscrito del siglo XI que se considera copia de otro que debió compilarse en el *scriptorium* del monasterio de Ripoll entre 978 y 995. El astrolabio, realizado muy probablemente en Córdoba, pudo llegar a la Marca Hispánica como regalo diplomático de ‘Abd al-Raḥman III (r. 912-961) o de su hijo al-Ḥakam II (r. 961-976). Están documentadas embajadas enviadas por el conde Borrell II de Barcelona y Urgel (r. 947-992) a Córdoba en el 950, 956, 971 y 974. También constan las embajadas enviadas desde Córdoba a Barcelona como la del médico judío de ‘Abd al-Raḥman III, Ḥasday ben Šaprūt en 940.⁹ Los responsables de las embajadas eran siempre intelectuales de las cortes y eclesiásticos y la generosidad del califa se expresaba en forma de regalos pues era el modo de exhibir su poder, pudiendo haber sido este astrolabio uno de ellos. Millás Vallicrosa considera que en el *scriptorium* del monasterio de Ripoll se instalaron mozárabes y judíos que llegaron con las embajadas de Córdoba y fueron los responsables de las

⁸ En este caso se incluye la imagen de la *araña* porque el manuscrito no tiene un dibujo del astrolabio completo.

⁹ COMES (2004), p. 85.

traducciones del árabe al latín y también de los dibujos que estamos estudiando.¹⁰ En ellos se muestran todas las piezas importantes del astrolabio y sólo faltan la *alidada* y los elementos de sustentación y de fijación de las partes en torno al eje central.

Mucho se ha escrito sobre estos dibujos y el papel que jugaron en la difusión del astrolabio de al-Andalus a los reinos cristianos y eso ya se ha tratado en el capítulo V. Lo que aquí nos ocupa es el estudio de este astrolabio, sólo conocido a través de estos nueve dibujos, según la



estructura de ficha definida para este catálogo y por ello la bibliografía que se incorpora al final es solo aquella que contiene datos referentes al astrolabio y sus piezas.

En su *dorso* figura el nombre del constructor: Jalaf ibn al-Mu'āḍ, cuya identidad se desconoce hasta el momento. Este nombre no figura en la extensa lista de astrónomos andalusíes del *Kitāb tabaqāt al-umam*, la obra que redactó el qāḍī toledano ibn Šā'id en 1068, pero se considera que el nombre Jalaf ibn al-Mu'āḍ es genuino de al-Andalus pues sí está documentado un matemático

y astrónomo andalusí, de Jaén, Muḥammad Ibn Mu'āḍ al-Ġayānī (m. 472H/1093).¹¹

El *dorso* dibujado incorpora un calendario zodiacal, el más antiguo del que tenemos referencia pues los astrolabios orientales no lo incorporarían hasta el siglo XII.¹² Este calendario compuesto por dos escalas, una con los signos del zodiaco y otra con los meses del año juliano es una de las señas de identidad, tanto de los astrolabios andalusíes como de los contruidos en los reinos cristianos que derivan de ellos.

Tiene tres *láminas* más otra grabada en el fondo de la *madre* que cubren un rango de latitudes entre 16°27' y 48°32' que corresponden a los valores medios de los siete climas ptolemaicos.¹³ La *araña* responde a la tipología abasí de los siglos IX y X, muy austera, con punteros geométricos en forma de punta de flecha y sin elementos decorativos. Su banda equinoccial tiene un solo punto de discontinuidad en su despliegue lineal que está situado en el centro y esto no es frecuente en la producción andalusí.

Las inscripciones numéricas están solamente en árabe, en notación *abʿyad*, pero las alfabéticas están en árabe y latín. Los punteros estelares están rotulados con los nombres de las estrellas sólo en grafía occidental pero no se puede decir que sea latín sino “árabe latinizado” con muchos visos de provenir de una transliteración a partir de su expresión oral.

¹⁰ MILLÁS (1955), p. 46.


¹¹ CASULLERAS (2008-2009), p. 243. Fue autor de las Tablas de Jaén y desarrolló el llamado “método de los *zīyās*” para el cálculo de la *qibla* que había iniciado en el siglo IX el astrónomo abasí Habash al-Hāsib.

¹² KING (2005b), p. 382.

¹³ Ver “Climas ptolemaicos” en Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio no presenta decoración y los punteros de su *araña* son simples puntas de flecha. Quizá el original que sirvió de modelo para el dibujo era así o quizá se simplificaron sus formas al dibujarlos porque lo que interesaba era el contenido matemático y astronómico del instrumento, no su dimensión estética. El *trono* sólo aparece en el dibujo del dorso con forma trilobulada. Las imágenes:

Punteros de la <i>araña</i>		<i>Trono</i>	
	Forma de punta de flecha		Forma trilobulada

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: aparece dibujada en el folio 23 con un diámetro completo de 179 mm y una *corona* de 7 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El dibujo no incluye el *trono* pues el patrocinador de este manuscrito estaba interesado en los aspectos matemáticos y astronómicos del mismo, no en los decorativos.

El fondo de la *madre*, de 165 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 16°27' que corresponde al primer clima ptolemaico como indica la propia inscripción en árabe que lleva en la zona central:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción
<p>الاقليم الاول عرضه يو كز نهاره الاطول يج ساعة <i>Al-iqlīm al-awal 'arḍuhu 16-27 nahārhu al-atwal 13 sā'ia</i> Primer clima, su latitud 16°27', su día más largo 13 horas</p>

Tiene grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y no tiene curvas azimutales. La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales pero no se han escrito sus valores numéricos.


- *Dorso*: está dibujado en el folio 23v del manuscrito en posición invertida, con el *trono* en la parte inferior. Tiene grabados 5 anillos, el más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-ḡawzā* = el gigante). Los números en notación *abḡad* que indican los grados de los signos del zodiaco sólo están escritos en el cuadrante superior derecho de la escala. Sin embargo los que indican los días de cada mes están escritos en toda la escala.

Los nombres de los signos del zodiaco y de los meses del año están inscritos en árabe de la forma habitual y en latín, usando el espacio libre disponible entre las letras en árabe. Los

nombres de los signos del zodiaco aparecen escritos con su nombre completo en latín con la excepción de uno que está abreviado: SAGITT (por Sagitarius). Sin embargo, los nombres de los meses del año aparecen mayoritariamente abreviados, como sigue: IANES, FEBRS, MARS, APRS, MAIS, INS, ILS, AGTS, SEBTR, OCTR, NBER, DEBR.¹⁴

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 13 de marzo.

La inscripción de autoría, dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>عمل خلف بن المعاد</p> <p><i>Obra de Jalaf ibn al-Mu'ād</i></p>	

La inscripción se ubica en un lugar poco habitual, en posición diagonal dentro del espacio que define el *cuadrado de sombras*. Es el único astrolabio andalusí con la autoría grabada de esta manera que pudo ser más una licencia del copista que realizó el dibujo que del astrolabio que usó como modelo. El hecho de no incluir ni fecha ni lugar de manufactura puede deberse al deseo del promotor de este manuscrito de no publicitar más de lo necesario el origen andalusí del mismo.¹⁵ El *cuadrado de sombras* no tiene ninguna inscripción alfabética, ni en las líneas verticales correspondientes a la sombra *versa*, ni en la horizontal correspondiente a la sombra recta. Ambas están divididas en 12 partes iguales llamadas “dedos”, graduadas y rotuladas en notación *abʿyad*.

- *Araña*: está dibujada en el folio 19v y está girada un ángulo de 90° en el sentido de las agujas del reloj. Tiene un diámetro de 162 mm. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° pero sin el valor numérico rotulado. Los nombres de los signos del zodiaco están rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso* y también en latín ocupando los espacios libres disponibles entre las letras árabes. Algunos están abreviados y no se ha escrito el del signo de Cáncer. Los once restantes aparecen así: ARIES, TAURUS, GEMINI, ---, LEO, VIRGO, LIBRA, SCORPIUS, SAGITT, CAPRI, AQUARIUS, PISCES. La banda equinoccial presenta un solo punto de discontinuidad en su despliegue lineal, emplazado en el centro.

Presenta un total de 27 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica y 14 y todos llevan su nombre rotulado en latín. En este caso no se han escrito los nombres en árabe. Resulta interesante resaltar que algunos punteros llevan dos nombres: uno parece ser la transliteración del nombre en árabe que debía estar grabado en el astrolabio que se está

¹⁴ MAIER (1996), p. 259. Maier hace una lectura algo diferente de las abreviaturas de los meses del año quizá porque no contó con las fotografías digitalizadas del manuscrito hoy disponibles online.

¹⁵ BORRELLI (2008), pp. 204-206. Arianna Borrelli sostiene que estos dibujos no tienen por qué haber sido realizados copiando un astrolabio material firmado por Ibn Mu'ād sino que pueden ser el ejercicio de un intelectual latino que va siguiendo un texto traducido en el que se explique cómo se hacen las curvas de la proyección estereográfica.

dibujando o incluso la latinización del sonido de la lectura del mismo y el otro es el nombre de la estrella que aparece en una lista situada bajo el dibujo. Parece un ejercicio de mapeo entre una lista “teórica” de estrellas y su posición concreta en el astrolabio.

La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):¹⁶

Nº	Inscripción en latín ¹⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	Patancaitoz / Venter caitoz	Baten Kaitos	ζ Cet
2	Gazal /Algol	Algol	β Per
3	AbdeBaran/ Aldabaran	Aldebarán	α Tau
4	albatoc / Alaihoch	Capella	α Aur
5	Addelem /Rigel algeiza	Rigel	β Ori
6	Menkebalzeuze /Mancamalgeuze	Betelgeuse	α Ori
7	Alhabor / Alhabor	Sirio	α CMa
8	Algumeiza / Algomaiza	Procyon	α CMi
9	Ri gel	Dubhe	α UMa
10	addiraan abragoni /Aldirahemin	Alfard	α Hya
11	Arracuba	Tania Australis	μ UMa
12	Kalbalacet / Calbalazeda	Regulus	α Leo
13	Gana al gurab / Corviala	Gienah Corvi	γ Crv
14	Algazal / Alcimech culecto	Azimech ó Spica	α Vir
15	Alkaid / Benennax	Alkaid	η UMa
16	arramih / Alramech	Arturo	α Boo
17	Alfeka / Munir el feca	Alphecca	α CrB
18	kalbalagrabrab / Calbalacrab	Antares	α Sco
19	Annazar atteir / Alaguich	Ras Alhage	α Oph
20	ansagakba / Alnasaraguega	Vega	α Lyr
21	Annazar attair / Alnazaratair	Altair	α Aql
22	denebaliedi / Cauda algedi	Deneb Algedi	δ Cap
23	delfin / delfin	Dened Dulfín	ε Del
24	arrif / Alpf	Deneb	α Cyg
25	Alfaraz /Alforaz	Alpheratz	α And
26	--- / Aldaldip	Caph	β Cas
27	deneb caitoz / Cauda caitoz	Deneb Kaitos	β Cet

Todos los nombres de estrella que se muestran en segundo lugar no están rotulados junto al puntero sino en una lista situada bajo el dibujo de la *araña*, en el mismo folio y corresponden a los nombres de las estrellas contenidos en el tratado *Sententie astrolabii*.¹⁸ Este fue el primer texto sobre el astrolabio que se tradujo del árabe al latín. Este juego de dobles nombres, confirma el protagonismo de estos dibujos en el proceso de transmisión del astrolabio de al-Andalus a los reinos cristianos y su naturaleza oral y visual más que académica.

¹⁶ Para significado de “Ascensión recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

¹⁷ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculas, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

¹⁸ KUNITZSCH (1998), p. 115.

- *Láminas*: tiene tres *láminas* de latitud dibujadas en los folios 20r a 22v. Todas ellas tienen 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y no hay curvas azimutales. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de ambas cara de la primera *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, y sólo la primera *lámina* lleva su valor numérico rotulado de 1 a 12 en numeración cardinal (la primera, la segunda,... la duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana). No se han marcado en ninguna de ellas líneas de oración pues carecía de interés para el promotor de este manuscrito.

La siguiente tabla recoge las inscripciones de las tres *láminas* y su tipología:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina
1	1a	الاقليم السابع عرضه مح لب نهاره الاطول يو ساعة <i>Al-iqlīm al-sāba 'a 'arḍuhu 48-32 nahārhu al-atwal 16 sā'ia</i> Séptimo clima, su latitud 48°32', su día más largo 16 horas	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Folios 20r y 20v
	1b	الاقليم السادس عرضه مه انهاره الاطول يه ل ساعة <i>Al-iqlīm al-sādis 'arḍuhu 45-1 nahārhu al-atwal 15-30 sā'ia</i> Sexto clima, su latitud 45°1', su día más largo 15 horas 30 minutos	
2	2a	الاقليم الخامس عرضه م نو نهاره الاطول يه ساعة <i>Al-iqlīm al-jāmis 'arḍuhu 40-56 nahārhu al-atwal 15 sā'ia</i> Quinto clima, su latitud 40°56', su día más largo 15 horas	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Folios 21r y 21v
	2b	الاقليم الرابع عرضه لو و نهاره الاطول يد ل ساعة <i>Al-iqlīm al-rāba 'a 'arḍuhu 36-6 nahārhu al-atwal 14-30 sā'ia</i> Cuarto clima, su latitud 36°6', su día más largo 14 horas 30 minutos	
3	3a	الاقليم الثالث عرضه ل كب نهاره الاطول يه ساعة <i>Al-iqlīm al-tālīṭ 'arḍuhu 30-22 nahārhu al-atwal [14] sā'ia</i> Tercer clima, su latitud 30°22', su día más largo [14] horas	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Folios 22r y 22v
	3b	الاقليم الثاني عرضه كج بو نهاره الاطول يد ل ساعة <i>Al-iqlīm al-tānī 'arḍuhu 23-16 nahārhu al-atwal 13-30 sā'ia</i> Segundo clima, su latitud 23°16', su día más largo 13 horas 30 minutos	

Las tres *láminas* por ambas caras, más la dibujada en el fondo de la *madre* sirven a las latitudes de los siete climas ptolemaicos tal como aparecen en el *Almagesto* y responden al modo de resolver la provisión de latitudes de los astrolabios más antiguos, los primeros ejemplares abasíes que luego dejaron a un lado los climas y evolucionaron incorporando los valores de las latitudes de ciudades relevantes. Paul Kunitzsch considera que estos dibujos u otros similares con *láminas* dedicadas a los siete climas fueron la fuente para incorporar información sobre los climas ptolemaicos en los tratados del astrolabio latinos más antiguos puesto que los tratados del astrolabio islámicos no incorporan esa información.¹⁹

- *Trono*: es una pequeñísima lengüeta de apenas 7 mm de altura que abarca un ángulo de 8° y tiene forma rectangular con borde lobulado. Puede verse en el *dorso* (folio 23v)
- *Sistema de suspensión*: no se ha dibujado

¹⁹ KUNITZSCH (2000a), pp. 396-397.

- *Alidada*: no se ha dibujado
- *Clavo y caballete*: no se ha dibujado

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio, realizado muy probablemente en Córdoba, pudo llegar a la Marca Hispánica como regalo diplomático de ‘Abd al- Raḥman III (r. 912-961) o de su hijo al-Ḥakam II (r. 961-976). Los dibujos de las partes del astrolabio debieron hacerse por un mozárabe o un judío en algún lugar de la Marca Hispánica, probablemente el Monasterio de Ripoll o Barcelona, entre 978 y 995. La copia que se conserva en la Biblioteca Nacional Francesa, la única con el conjunto completo de dibujos, se data en el siglo XI.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

BORRELLI (2008), pp. 151-152 y 203-210; DESTOMBES (1962), pp. 1-45, 22-26 y 41-43; KING (1995), p. 373 y fig. 5; KING (2005b), pp. 382-383; KING (2005d), pp. 928 y 951; KING (2005f), pp. 1006 (apartado 3.1); KUNITZSCH (1959), pp. 90-92; KUNITZSCH (1998), pp. 113-120; MAIER (1996), pp. 259-260; POULLE (1964), p. 900; SAMÓS (2001a), pp. 234-235; STAUTZ (1997), pp. 53-54; VAN DE VYVER (1931), p. 279.

Catálogo online:

Gallica (catálogo digital de la Biblioteca Nacional Francesa):

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b9067894z/f21.image> y cuatro siguientes

A2: Astrolabio anónimo omeya del British Museum

ICN / International Instrument Checklist Number = #110 = #135²⁰

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo</p> <p>Lugar: ¿Córdoba? Retallado posterior en dos fases</p> <p>Fecha: ¿s. X? Retallado posterior ¿s. XI-XIII?</p> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 12,5 cm</p> <p>Altura: 13,4 cm</p> <p>Espesor: 0,31 cm</p> <p>Peso: 267 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafías: Cúfica con puntos diacríticos y gótica latina</p> <p>Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyād</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones numéricas en cifras occidentales: en <i>madre</i> y <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha: No tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 2 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: British Museum (nº inv. OA+371)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo pero sin firmar ni datar. Por sus características, es atribuible a taller andalusí omeya, probablemente cordobés, de finales del siglo X.²¹ Es uno de los varios astrolabios andalusíes retallados posteriormente en latín que nos han llegado y este en concreto presenta dos fases de retallado en alguna de sus partes. La inclusión de los nombres en latín de los signos del Zodiaco y/o los meses del año, como se ha hecho en este astrolabio, y los de algunas estrellas junto o en lugar de los nombres originales en árabe fue una práctica habitual en la Edad Media. Astrolabios con varias capas de

²⁰ Robert Gunther asignó dos números al mismo astrolabio, por error. Las descripciones de ambos responden a este instrumento aunque en un caso lo considera árabe de fecha temprana en el otro caso español de los s. XIII o XIV (ref. GUNTHER (1932), pp. 244 y 280).

²¹ KING (1995), p. 389. David King sostiene una datación en el s. X y construcción en al-Andalus con inscripciones adicionales posteriores mientras que en el Catálogo del British Museum sigue apareciendo la datación s.XIII-s.XIV que propuso Robert Gunther en 1932 y origen posiblemente hispano; VILADRICH (1992), p. 63. Mercé Viladrich lo considera andalusí y de fecha temprana pero sin detallar el siglo.

inscripciones son fuentes históricas extraordinarias porque informan de los intercambios de conocimientos matemáticos, astronómicos y astrológicos fuera del circuito de los textos escritos. La adición de estas inscripciones evidencia que los astrolabios se usaban en territorio cristiano y no eran sólo objetos exóticos. No obstante, no es fácil datarlas pues no pueden usarse las grafías grabadas en pergamino como referente para comparar las grabadas en metal.²²

El astrolabio está realizado en latón y tiene dos *láminas* que, junto al fondo de la *madre*, sirven un total de cinco latitudes comprendidas entre 30° y 41°, indicando un total de dieciocho



ciudades de las que doce son de al-Andalus y seis de otras partes del Islam. La *araña* se ajusta a la tipología austera pero elegante que es seña de identidad de la producción astrolabista andalusí con punteros geométricos sencillos, en forma de punta de flecha y sin elementos decorativos. La banda equinoccial sólo se interrumpe en un punto de discontinuidad en su despliegue lineal.

En cuanto a su grafía original, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y

firme. Las inscripciones en latín, añadidas con posterioridad, están correctamente ejecutadas y podrían datarse entre los siglos XI al XIII, probando así el paso del astrolabio por manos cristianas en algún momento entre la conquista de Toledo por Alfonso VI en 1085 y la de Sevilla en el siglo XIII. Hay una segunda fase de retallado en latín que sólo afecta a la *araña*, está incompleta y fue más agresiva con la grafía árabe original pues la elimina completamente. Se materializa en la inscripción “SAGIPT” en el espacio correspondiente al signo de Sagitario y podría haberse realizado en el siglo XV.²³





2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio es un claro representante de la manufactura austera de los astrolabios andalusíes de escasa decoración. Su *araña* responde al modelo de las de los primeros astrolabios abasíes con punteros de forma geométrica, todos con puntas rectas y sin ningún elemento decorativo, a los que la historiografía identifica como “tipo daga”. Conserva dos *mudīr* situados en los extremos de la banda equinoccial que solo sólo se interrumpe en un punto de discontinuidad en su despliegue lineal. El *trono* es de pequeño tamaño, trilobulado y sin decoración.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

²² BORRELLI (2008), p. 78.

²³ KING (1995), pp. 359-404, p. 386, fig. 3. King considera que esta abreviatura para Sagitario es habitual en los astrolabios góticos italianos y cita dos del s. XV de colección particular sin dar ningún detalle sobre ellos.

Punteros de la araña		
	Puntero recto sobre base trapezoidal generando un tridente con la punta central indicando la posición estelar	Puntero recto sobre base triangular generando dos puntas, la más larga indicando la posición estelar
Adornos en la araña		
	Estructura de la banda ecuatorial muy sencilla, sin ningún adorno	Forma trilobulada y pequeño tamaño

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 125 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 3,1 mm de espesor y 6,7 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 114 gramos.

El fondo de la *madre* de 111 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 30° correspondiente a la ciudad del Cairo con la siguiente inscripción central en árabe con adición posterior en latín:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción en latín
عرض مصر و كرمآن وسيراف ل 'arḍ Misr wa Karmān wa Sīrāf 30 Latitud Cairo, Kermán (Irán) y Siraf (Irán), 30°	LA 35 (Latitud 35) Nota: debería poner LA 30 , que es el valor de latitud grabado

La proyección estereográfica tiene grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados en notación *abýad* y retallados en grafía occidental (número indo-arábigos). En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado, de 1 a 12 en notación *abýad*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). No cuenta con curvas de las horas de oración y eso es infrecuente en los astrolabios andalusíes. Esta ausencia puede deberse a que las horas de oración no se grababan en los primeros astrolabios islámicos orientales y hubo de pasar algo más de tiempo para que se incorporaran a los astrolabios andalusíes.

- *Dorso*: tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta una escala graduada de 0° a 90°, en cada uno de sus cuatro cuadrantes en cada uno de ellos, con los valores rotulados de 5 en 5 grados, en notación alfanumérica *abyād*. El orden de numeración (valor 0°) empieza en los extremos este u oeste de los cuadrantes y termina (valor 90°) en los extremos norte o sur, respectivamente.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا *al-yaūzā* (el gigante). En fecha posterior se añadieron los nombres de los signos en latín, de forma abreviada (2, 3 o 4 letras máximo) intercalando las letras entre las de la grafía árabe original, sin modificarla en absoluto. Esos nombres, añadidos probablemente entre los siglos XI al XIII están inscritos así: AR, TAV, GEM, CAN, LEO, VIR, LIB, SCO, SAG, CAPR, AQVA, PIS.

También los nombres de los meses del año juliano están retallados en latín, abreviados e intercalados entre los nombres en árabe, como sigue: IANV, FEB, MAR, APR, MAD, IVN, IVL, AVG, SEP, OCT, NOV, DEC. Delante del nombre del mes de enero (IANV) se ha grabado una pequeña cruz.

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 13 de marzo.

Los dos círculos más interiores está dividido en doce partes correspondientes a los 12 meses del año cada una con un número que indica el día de la semana con el que comienza: 1 [Enero], 4 [Febrero], 4 [Marzo], 7 [Abril], 2 [Mayo], 5 [Junio], 7 [Julio], 3 [Agosto], 6 [Septiembre], 1 [Octubre], 4 [Noviembre] y 6 [Diciembre].²⁴ Es decir que enero empieza en domingo (1º día de la semana en el calendario islámico), febrero en miércoles y así sucesivamente hasta diciembre que empieza en viernes.

En el cuadrante inferior derecho está grabado el *cuadrado de sombras*. La línea vertical lleva la inscripción الظل المنكوس *(al-zīl al-mankūs = la sombra versa)* y la horizontal الظل المبسوط *(al-zīl al-mabsūt = la sombra extendida o recta)*. Ambas están graduadas en 12 partes iguales llamadas “dedos”, rotuladas de tres en tres (3, 6, 9, 12) en notación *abyād*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 111 mm, un grosor de 1,2 mm y pesa 46 gramos. No es simétrica respecto al eje vertical. Conserva dos *mudīr* semiesféricos de latón, ubicados en la banda equinoccial. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° pero sin valor numérico rotulado. Los nombres de los signos del Zodiaco están grabados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso* y retallados en latín posteriormente. En este caso hay dos fases de retallado, la primera presenta una grafía similar al retallado del *dorso* y es respetuosa con la grafía árabe original, ubicando las letras del nombre abreviado en latín entre las árabes. Hay una segunda fase de retallado en latín con grafía

²⁴ SAMSÓ (2004b), p. 275. Este tipo de diagrama, que permite calcular el día de la semana en la que empieza cada mes del año, está recogido en el último capítulo del Tratado del Astrolabio de Abū-l-Qāsim ibn al-Šaffār (m. 1035) y nos ha llegado en sus traducciones al latín realizadas en el s. XII por Plato de Tívoli y Juan de Sevilla.

gótica de mayor tamaño y más agresiva con las inscripciones iniciales pues se han eliminado completamente. Debió realizarse en los siglos XIV a XV. El resultado es como sigue:

Nombre del signo	Inscripción en latín (1ª fase similar a la del dorso) ca. s. XI-XIII	Inscripción en latín (2ª fase gótica) ca. s. XIV-XV	Nombre del signo	Inscripción en latín (1ª fase similar a la del dorso) ca. s. XI-XIII	Inscripción en latín (2ª fase gótica) ca. s. XIV-XV
Aries	AR	---	Libra	LIBR	---
Tauro	TAV	---	Escorpio	SCORPIO	---
Géminis	GEM	---	Sagitario	---	SAGIPT (borrado nombre original en árabe)
Cáncer	CAN	---	Capricornio	---	Borrado el nombre original en árabe. Nada inscrito
Leo	LEO	---	Acuario	AQV	Parcialmente borrado el nombre original en árabe. Nada inscrito
Virgo	VIR	---	Piscis	PISCE	---

La inscripción en letra gótica “SAGIPT” que se ha grabado en grafía gótica, es una abreviatura para Sagitario que, en opinión de David King, aparece en otros astrolabios italianos del s. XV.²⁵ Esto puede significar que el astrolabio pasó a Italia en algún momento de la Baja Edad Media y allí tuvo lugar la segunda fase de retallado que prescindió de la grafía original en árabe porque en ese momento y lugar ya era inútil.



En esa agresiva segunda fase de borrado de las inscripciones originales en árabe, se eliminó también el nombre grabado en tres punteros estelares, los más cercanos

a Sagitario y Capricornio. No se inscribió nada en su lugar por lo que han quedado desprovistos de inscripción.

La banda equinoccial se interrumpe sólo en un punto, algo poco frecuente en la producción andalusí y presenta otra particularidad: el segmento que une Aries con el círculo central, el polar ártico, es más estrecho que el que une ese círculo central con Virgo. Esta anomalía no se ha observado en ningún otro astrolabio andalusí.

Presenta un total de 28 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica, uno de ellos desaparecido pero manteniendo su inscripción y 15 dentro de los que 3 han perdido la inscripción con el nombre de la estrella por borrado en la segunda fase de retallado. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):²⁶

²⁵ KING (1995), pp. 359-404, p. 386, fig 3. King cita dos astrolabios (el #4523 de 1420 y el # 4554) ambos de colección particular, pero sin dar detalles sobre ellos.

²⁶ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>batn qaytūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	الكف الخضيب <i>al-kaff al-jaḍīb</i> (la palma de la mano teñida)	Caph	β Cas
3	الغول <i>al-gūl</i> (el ogro)	Algol	β Per
4	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	رجل الجوزا <i>riyl al-ḡawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
6	العيوق <i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
7	منكب الجوزا <i>mankib al-ḡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
8	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	يد الدب <i>yad al-dub</i> (la mano del oso)	Talitha Borealis	ι UMa
11	الذرا عان <i>al-ḍirā‘an</i> (los dos brazos)	Alfard	α Hya
12	رجل الدب <i>riyl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa
13	قلب الأسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
14	بنات نعش <i>banāt na‘š</i> (plañideras)	Alkaid	η UMa
15	جناح الغراب <i>ḡanāḥ al-ḡurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
16	الاعزل <i>al-a‘zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
17	الرامح <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
18	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
19	عنق الحية <i>‘unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukalhai (Ser)	α Ser
20	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
21	Inscripción borrada	Ras Alhage	α Oph
22	الواقع <i>al-wāqi‘</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
23	Inscripción borrada	Altair	α Aql
24	Inscripción borrada	Deneb Dulfín	ε Del
25	ذنب الجدي <i>ḍanab al- ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
26	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
27	الفرس <i>al-faras</i> (el caballo)	Scheat	β Peg
28	ذنب قيطوس <i>ḍanab qaytūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

²⁷ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

El reverso de la *araña* apenas muestra marcas de los diámetros y los círculos estructurales.

- *Láminas*: tiene dos *láminas* grabadas por ambas caras. Sus proyecciones estereográficas tienen grabadas 15 curvas almicanas separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados en notación *abyād* y retallados en numeración indoarábiga occidental. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado de 1 a 12 en notación *abyād*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). Las curvas que marcan las horas de oración están grabadas en todas las *láminas*, como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	الشفق <i>al-šafaq</i>	Línea crepusculina sobre el horizonte Almicantar nº 3 (lado izquierdo) correspondiente a 18°.
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	الفجر <i>al-fayr</i>	Línea crepusculina sobre el horizonte Almicantar nº 3 (lado derecho) correspondiente a 18°
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	صلاة الظهر Rezo de <i>al-zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	صلاة العصر Rezo de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 10ª

La línea crepusculina debería estar situada bajo el horizonte (-18°) pero aparece muy frecuentemente sobre el horizonte (+18°), como en este caso, porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio del cordobés Ibn al-Samḥ (m. 1035).²⁸

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción en latín (retallado s.XI-XIII)	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	عرض المرية و حران و سمرقند و طرسوس لو <i>‘arḍ Al-Marīa wa Ḥarān wa Samarqanda wa Tarsūs</i> 36. Latitud Almería, Harrán, Samarcanda y Tarso 36°	LA 36	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras. Diámetro= 111 mm Espesor = 0,6 mm Peso = 41 gr
	1b	عرض قرطبة و تدمير و جزيرة و يابسة ل <i>‘arḍ Qurtuba wa Tudmīr wa Yāzīra wa Yīābisa</i> 38-30. Latitud Córdoba, Tudmir (Orihuela), Algeciras e Ibiza 38°30’	LA 37 Nota: lectura incorrecta del valor de la latitud inscrito en árabe	
2	2a	عرض طليطلة و بلنسية و دانية و بطليوس م <i>‘arḍ Ṭulaṭila wa Balansiā wa Dāniā wa, Baṭālīws</i> 40 Latitud Toledo, Valencia, Denia y Badajoz, 40°	LA 39 Nota: lectura incorrecta del valor de la latitud inscrito en árabe	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras. Diámetro= 111 mm
	2b	عرض سرقسطة و مدينة سلثم و شنترين مب	LA 41	

²⁸ VILADRIC (1986), p. 57.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción en latín (retallado s.XI-XIII)	Tipo de lámina Dimensiones y peso
		'arḍ Saraquṣṭa wa Madīnat Sālim wa Šantarīn 42 Latitud Zaragoza, Medinaceli y Santarém 42	Nota: lectura incorrecta del valor de la latitud inscrito en árabe	Espesor = 0,8 mm Peso = 43 gr

Es remarcable el hecho de que figure el nombre de Tudmīr para indicar la ciudad de Orihuela. Tudmīr fue un personaje ligado a Orihuela que firmó un pacto de sumisión a ‘Abd al-‘Aziz hijo de Mūsā ibn Nusayr el año 716.²⁹ Es poco frecuente que se ponga el nombre de una persona para indicar una ciudad en una *lámina*.

Merece destacarse que sólo en la *lámina* “1a” de latitud 36° y que sirve, entre otras, a la ciudad de Almería, se ha retallado correctamente el valor de la latitud. En los demás casos las diferencias son de hasta 1°30’ en el caso de la *lámina* “1b” correspondiente, entre otras, a Córdoba. Sin embargo, el retallado de los valores numéricos de las curvas de la proyección estereográfica en notación indoarábiga occidental se hace correctamente, sin ningún error. Eso puede significar que quien retalló las inscripciones de la latitud fue menos cuidadoso o que se inscribió el valor de latitud que se asignaba en territorio cristiano, en ese momento, a las ciudades cuyos nombres aparecen inscritos en árabe. Las variaciones de los datos de latitud en las distintas fuentes escritas, durante el periodo medieval, son apreciables.³⁰

- *Trono*: es trilobulado, sin ninguna decoración y de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 9 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 15°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 113 mm de longitud, 8,2 mm de anchura y carece de quiebro central. Lleva grabada una escala logarítmica con los valores numéricos inscritos en notación *abʿyad* aunque está parcialmente borrada. Tiene un peso de 19 gramos y sus dos pínulas, de dimensiones de 8 mm x 7 mm, están a 76 mm de distancia una de la otra.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 21 mm, un peso de 4 gramos y su cabeza tiene un diámetro de 12 mm. El *caballete* es una adición posterior.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

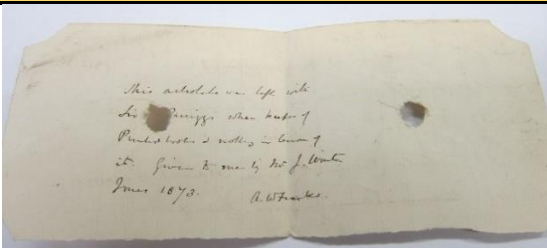

El astrolabio fue donado al Museo Británico en 1873 por Sir Augustus Wollaston Franks (1826-1897), conservador en el departamento de Antigüedades Medievales y Etnografía del museo desde 1866 hasta 1896 y uno de sus mayores donantes, principalmente de instrumentos científicos y técnicos.

Según indica el fragmento de papel escrito por Franks, que apareció doblado entre las *láminas* del astrolabio durante mi investigación del mismo el 14 de abril de 2016, fue Mr. J.

²⁹ VILADRICH (1992), p. 63.

³⁰ Hay varios estudios sobre coordenadas geográficas en textos medievales. A destacar: KENNEDY (1987); KING (2005), pp. 915-962; COMES (1995), pp. 22-37.

Winter Jones quién se lo entregó a A.W. Franks en 1873, habiendo estado antes en manos de Mr. Panizzi, que también fue conservador en el Museo Británico.

Fragmento de papel encontrado entre dos láminas			
Anverso			
Reverso			

La inscripción del anverso tiene que ver con la procedencia del astrolabio y dice: *This astrolabe was left with Mr. Panizzi when Keeper of Printed books and nothing is learnt of it. Given to me by Mr. J. Winter Jones. 1873. A.W. Franks.*³¹ [Este astrolabio quedó en manos del Sr. Panizzi cuando fue conservador de los libros impresos y nada se sabe de aquello. Me lo entregó el Sr. J. Winter Jones. 1873. A.W. Franks].

La inscripción del reverso transcribe los valores de latitud y los nombres de algunas de las ciudades indicadas en las inscripciones de las láminas y dice:

- La 35 Misr (Cairo), Kerman (Persia).... sic 30°
- La 36 Elmeria, Harran (Syria), Samarcand, Tarsus
- La 37 Cordova...Jezira (Mesop)....
- La 39 Toledo, Valencia, Dania (in Valencia), Badajoz
- La 41 Saragossa, Madinat Salim....

La información sobre las inscripciones de las láminas de la nota manuscrita de Franks es incompleta pero es muy meritorio que hiciera una lectura bastante correcta de las mismas.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GUNTHER (1932), pp. 244 y 280; KING (1995a), p. 386, 389 y figs. 3 y 4a ; KING (2005d), p. 951; KING (2005f), pp. 1006 (apartado 3.2); KUNITZSCH y DEKKER (1996), p. 657; PRICE (1955), pp. 363 y 372; STAUTZ (1997), pp. 54-55 y 189; VILADRICH (1992), p. 63.

Catálogos on-line:

British Museum “Ficha del astrolabio islámico español. N° inv.OA+371”

[http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=245506&partId=1&searchText=astrolabe&page=2] (última consulta 14/05/2016).

³¹ Esta información aparece de forma casi literal en GUNTHER, (1932), p. 244 y sin embargo en la ficha actual del catálogo on-line del British Museum se indica que el astrolabio fue adquirido en 1972.

A3: Astrolabio de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en Edimburgo

ICN / International Instrument Checklist Number = #3650

FRENTE	Constructor: Muḥammad ibn al-Ṣaffār Lugar: Córdoba Fecha: 417H/1026-1027	DORSO
	Material: Latón y plata Diámetro: 15,5 cm Altura: 16 cm Espesor: 0,84 cm Peso: 1141 gr	
Grafía: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i> , <i>dorso</i> , <i>láminas</i> y <i>araña</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i> , <i>dorso</i> , <i>láminas</i> y <i>araña</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el <i>dorso</i>): <i>Obra de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en la ciudad de Córdoba en el año 417</i>		
Elementos: <i>Madre</i> , <i>araña</i> , 7 <i>láminas</i> , <i>alidada</i> , <i>clavo</i> , <i>caballete</i> , <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i> .		
Conservado en: National Museums Scotland (nº inv. T.1959.62)		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico es una composición de un astrolabio firmado y datado por Muḥammad ibn al-Ṣaffār que debió perder su *araña* y una *araña* de autor anónimo que responde a la tipología de *arañas* abasíes del s. X, en concreto la del astrolabio realizado en Siria por Jafīf, discípulo de ‘Alī ibn ‘Īsā a finales del s. IX y la *araña* que nos ha llegado suelta y por tanto sin información de autoría pero que se atribuye al mismo Jafīf.³² Sobre la fecha atribuida de datación de la *araña* del astrolabio de Edimburgo hay división de opiniones pues David King la incluye en el grupo de piezas sin fechar de los siglos X-XI mientras que otros autores como Kunitzsch y Stautz la posponen hasta el siglo XIII.³³ Desde el punto de vista tipológico y de tipo de grafía, la *araña* no puede ser posterior al siglo XI y no responde tampoco a modelos andalusíes sino a los primeros astrolabios abasíes con los punteros en forma de punta de flecha y la banda equinoccial sin quiebros.

³² Tanto el astrolabio de Jafīf como la *araña* suelta que se le atribuye se conservan en el Museo de Historia de la Ciencia de Oxford, (nº inv. 47632 y 48470 respectivamente). Sus ICNs son #1026 y #2529.

³³ KING (2005f), p. 1006 (apartado 6.11.b); KUNITZSCH (1998), p. 113; STAUTZ, (1997), p. 190.

Muḥammad ibn al-Ṣaffār fue un importante astrolabista del periodo omeya del que dijo el historiador y cadí de Toledo Ṣā'id al-Andalusī, en su obra *Kitāb tabaqāt al-umam* (Libro de la Categoría de las Naciones), que era “célebre por su habilidad, no existiendo en al-Andalus, antes

Araña (vista frontal)



que él, quien los construyera mejor”.³⁴ Era hermano del astrónomo andalusí Abū-l-Qāsim Aḥmad ibn al-Ṣaffār (m. 1035), que elaboró un importante tratado sobre el uso del astrolabio y fue discípulo de Maslama ibn Aḥmad al-Maḡrībī, director de la escuela de astronomía de Córdoba. El término “al-Ṣaffār” quiere decir “artesano del latón y el cobre” lo cual indica que ambos hermanos, el astrónomo y el astrolabista, eran hijos de un artesano del metal.³⁵

Se conservan dos astrolabios firmados por Muḥammad ibn al-Ṣaffār, este que nos ocupa realizado en Córdoba en 1026 y otro

realizado en Toledo en 1029 (ficha A4). La situación política que se estaba viviendo en Córdoba en estas fechas permiten suponer que este astrolabista trasladó su taller de Córdoba a Toledo en algún momento entre 1026 y 1029 iniciando en esta ciudad lo que sería la edad de oro de la ciencia y la instrumentación científica en el reino taifa de Toledo tras la caída del califato en 1031.

El astrolabio está realizado en latón y su *araña*, que no es la original, presenta una banda equinoccial sin puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal, otro detalle que la confirma como no andalusí.

Sirve a un total de catorce latitudes comprendidas entre 14°30' y 66° de las que tres corresponden a ciudades andalusíes (Córdoba, Toledo y Zaragoza) que llevan sus nombres rotulados en ellas y el resto a otros territorios islámicos. Tiene una *lámina* para Constantinopla como el otro astrolabio del mismo autor que nos ha llegado, algo infrecuente en los astrolabios de al-Andalus pues sólo aparece además en un astrolabio nazarí.³⁶

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos en las partes originales de ibn al-Ṣaffār, (*madre, dorso y láminas*) homogénea y de trazo elegante y firme. La *araña* presenta una grafía cúfica distinta, sin puntos diacríticos, más suelta y menos caligráfica, pero homogénea y firme también. Dos de las inscripciones del anillo más exterior de la *araña*, el círculo de Capricornio, aparecen incompletas lo que indica que la *araña* se recortó en tamaño para que se ajustara al interior de la corona del astrolabio de ibn al-Ṣaffār.

³⁴ ṢĀ'ID AL-ANDALUSĪ (2000), p. 148.

³⁵ MARÍN (1996), p. 274.

³⁶ Ver fichas A4 y A28. En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.




2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*, muy escasa en ambos casos y un adorno caligráfico en el *dorso*. Es un claro representante de la manufactura austera de los astrolabios andalusíes y, en el caso de la *araña*, que es abasí, responde a la sencillez de esas piezas en los siglos IX y X.

Los punteros tienen forma geométrica y son puntas rectas montadas sobre un trapecio, que suelen ser denominados por la historiografía como “tipo daga”. La banda equinoccial de la *araña* no presenta discontinuidades ya que no responde a modelos andalusíes sino abasíes tempranos.

El *trono* es de perfil triangular acampanado, con borde festoneado y sin decoración.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña		Adornos en el dorso	
	Puntero recto sobre base trapezoidal		Adorno caligráfico
Trono			
	Forma triangular y borde festoneado		

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 155 mm de diámetro que lleva adherida y remachada en cuatro puntos una *corona* de 8,4 mm de espesor y 12,6 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 516 gramos.

El fondo de la *madre* de 130 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 66°, un valor que no corresponde con ningún lugar habitado en esas fechas y que se incorporaba a los astrolabios con fines de cálculo matemático. En la parte inferior está grabada la inscripción كد ساعاته صو عرض (arḍ 66 sâ 'iātuhu 24 = latitud 66°, sus horas 24).

Tiene grabadas 15 curvas almicanas separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado, de 1 a 12 en notación *abýad*. La línea que separa la hora sexta de la séptima,

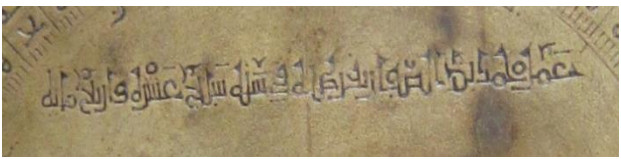
que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana). No cuenta con curvas de las horas de oración y es lógico que no las tenga puesto que esta *lámina* sólo sirve para hacer cálculos matemáticos, como ya se ha indicado.

- *Dorso*: tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2 en los cuatro cuadrantes. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-yawzā* = el gigante).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

El sexto y último anillo, el más interior, está dividido en 12 partes, cada una con un número que indica el día de la semana en que empieza el mes correspondiente del calendario juliano del anillo contiguo: 1 [Enero], 4 [Febrero], 4 [Marzo], 7 [Abril], 2 [Mayo], 5 [Junio], 7 [Julio], 3 [Agosto], 6 [Septiembre], 3 [Octubre], 4 [Noviembre] y 6 [Diciembre].³⁷ Es decir que enero empieza en domingo (1° día de la semana en el calendario islámico), febrero en miércoles y así sucesivamente hasta diciembre que empieza en viernes.

En la parte central superior del *dorso* se ubica la inscripción de autoría:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>عمل محمد بن الصفار بقرطبة في سنة سبعة عشرة و اربع مائة</p> <p><i>Obra de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en Córdoba en el año 417</i></p>	

El número correspondiente al año de realización no está escrito en numeración *abʿyad*, que es lo habitual, sino en numeral cardinal. Esto sólo se encuentra en los dos astrolabios que nos han llegado de este autor.

En el cuadrante inferior derecho está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las líneas verticales y la horizontal correspondientes a la sombra *versa* y *recta*, no llevan ninguna inscripción y están divididas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, graduadas y rotuladas de dos en dos (2, 4, 6...12) en notación *abʿyad*.

- *Araña*: Como ya se ha indicado, esta *araña* no es la original que debió tener el astrolabio sino una adición quizá incluso contemporánea y proveniente de un astrolabio sirio de los s. X-XI. No obstante y por estar ahora incorporada al astrolabio, se incluye su estudio detallado. Tiene un diámetro de 130 mm, un grosor de 1,4 mm y pesa 45 gramos. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° con el valor numérico rotulado en notación *abʿyad*. Los nombres de los signos del Zodiaco están

³⁷ SAMSÓ (2004b), p. 275. Este tipo de diagrama, que permite calcular el día de la semana en la que empieza cada mes del año, está recogido en el último capítulo del Tratado del Astrolabio de Abū-l-Qāsim ibn al-Ṣaffār (m. 1035) y nos ha llegado en sus traducciones al latín realizadas en el s. XII por Plato de Tívoli y Juan de Sevilla.

rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso*. La banda equinoccial no está quebrada.

Presenta un total de 21 punteros estelares de los cuales 10 están fuera del círculo de la eclíptica, uno de ellos quebrado pero conservando la inscripción y 11 dentro, si bien parece que hubo uno más que apenas se percibe y que ha perdido la inscripción con el nombre de la estrella. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):³⁸

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ³⁹	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	كف الخضيب <i>kaff al-jaḍīb</i> (palma de la mano teñida)	Caph	β Cas
2	غول <i>gūl</i> (ogro)	Algol	β Per
3	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
4	عيوق <i>‘ayyūq</i> (cabrilla)	Capella	α Aur
5	رجل الجوزا <i>riḡl al-ḡawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
6	يد الجوزا <i>yad al-ḡawzā</i> (la mano del gigante)	Betelgeuse	α Ori
7	اليمانية <i>al-yamāniya</i> (el guía)	Sirio	α CMa
8	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
9	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
10	بنات نعش <i>banāt na’š</i> (plañideras)	Alkaid	η UMa
11	الاعزل <i>al-a’zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
12	الرامح <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
13	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
14	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión) NOTA: la inscripción está recortada y sólo se conserva la mitad inferior de las letras	Antares	α Sco
15	رأس الحواء <i>ra’s al-ḥawā’</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
16	الواقع <i>al-wāqi’</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
17	الطائر <i>al- ṭā’ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
18	ذنب الجدي <i>ḍanab al- ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
19	ردف <i>ridf</i> (rabadilla)	Deneb	α Cyg
20	منكب <i>mankab</i>	Scheat	β Peg

³⁸ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

³⁹ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ³⁹	Nombre actual de la estrella	Identificación
	<i>mankib</i> (hombro)		
21	ذنب قيطوس <i>ḍanab qayṭūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* muestra marcas de los diámetros y los círculos estructurales así como de la soldadura, probablemente contemporánea de un pequeño asa para girar la *araña*.

- *Láminas*: tiene nueve *láminas* grabadas por ambas caras. Sus proyecciones estereográficas tienen grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado de 1 a 12 en notación *abṡad*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṡ al-zawāl* = línea meridiana). Además cuentan todas con las curvas que marcan las horas de oración como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Almicantar nº 3 (lado izquierdo) correspondiente a 18°. Línea crepusculina
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-fayr</i>	Almicantar nº 3 (lado derecho) correspondiente a 18°. Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	الظهر <i>al-zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṡr</i> : Por la tarde	العصر <i>al-‘aṡr</i>	Hora 10ª
العصر <i>al-‘aṡr</i> : Por la tarde	آخر العصر Final de <i>al-‘aṡr</i>	Hora 11ª

La línea crepusculina debería estar situada bajo el horizonte (-18°) pero aparece muy frecuentemente sobre el horizonte (+18°), como en este caso, porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio del cordobés Ibn al-Samḥ (m. 1035).⁴⁰

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	عرض يدل ساعاته يب نب صنعا <i>‘arḍ 14°30’ sā’iātuḥu 12-52. Ṣan’ā</i> Latitud 14°30’. Sus horas 12h 52 minutos. Saná	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 88 gr
	1b	اهل معدل النهار ساعاته يب جزيرة سرنديب و جزيرة الياقوت <i>ahal m’iadal al-nahār sā’iātuḥu 12, ṡazira serendīb wa ṡazira al-ṡāqūt</i> El pueblo de los días iguales. Sus horas 12. La Isla de Serendib [Ceilán] y la Isla de los Zafiros	

⁴⁰ VILADRIC (1986), p. 57.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
		[NOTA: La Isla de los Zafiros es un lugar legendario situado en el ecuador. La latitud de las curvas grabadas es de 0°.]	
2	2a	عرض لزل ساعته يج د سبا 'arḍ 17°30' sã 'iätuhu 13-4. Sabā Latitud 17°30'. Sus horas 13h 4 minutos. Saba	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 67 gr
	2b	عرض كام ساعته يج كب مكة 'arḍ 21°40' sã 'iätuhu 13-22. Maka Latitud 21°40'. Sus horas 13h 22 minutos. Meca	
3	3a	عرض كه ساعته يج مه المدينة 'arḍ 25° sã 'iätuhu 13-35. Al-Madīna Latitud 25°. Sus horas 13h 35 minutos. Medina	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 86 gr
	3b	عرض لا ساعته يج نج مصر 'arḍ 30 sã 'iätuhu 13-58. Misr Latitud 30°. Sus horas 13h 58 minutos. Cairo	
4	4a	عرض كح ساعته يج مط القلزم 'arḍ 28° sã 'iätuhu 13-49. Al-Qulzum Latitud 28°. Sus horas 13h 49 minutos. Qulzum	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 74 gr
	4b	عرض لك ساعته يدك سمرنراح 'arḍ 34-20 sã 'iätuhu 14-20. Saramanrāḥ Latitud 34°20'. Sus horas 14h 20 minutos. Saramanrah	
5	5a	عرض لب ساعته يد ح القيروان 'arḍ 32 sã 'iätuhu 14-8. Al-Qaīrawān Latitud 32°. Sus horas 14h 8 minutos. Qairawan	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 65 gr
	5b	عرض لو ساعته يد ل طنبه 'arḍ 36 sã 'iätuhu 14-30. Tunbeh Latitud 36°. Sus horas 14h 30 minutos. Tunbeh (Iraq)	
6	6a	عرض لح ل ساعته يد مه قرطبة 'arḍ 38-30 sã 'iätuhu 14-45. Qurtuba Latitud 38°30'. Sus horas 14h 45 minutos. Córdoba	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 68 gr
	6b	عرض م ساعته يد ند طليطلة 'arḍ 40 sã 'iätuhu 14-54. Ṭulaṭīla Latitud 40°. Sus horas 14h 54 minutos. Toledo	
7	7a	عرض مب ساعته يد ح سرقسطة 'arḍ 42 sã 'iätuhu 15-8. Saraquṣṭa Latitud 42°. Sus horas 15h 8 minutos. Zaragoza	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 70gr
	7b	عرض مة ساعته يد ل القسطنطينية 'arḍ 45 sã 'iätuhu 15-30. Al-Qusṭanṭīna Latitud 45°. Sus horas 15h 30 minutos. Constantinopla	

La expresión “sus horas”, que aparece en casi todas las *láminas*, indica la máxima duración de la luz del día que tenía lugar en el solsticio de verano.

Tiene una *lámina* para Constantinopla, como el otro astrolabio del mismo autor que nos ha llegado, algo infrecuente en los astrolabios de al-Andalus pues sólo aparece además en un

astrolabio nazari.⁴¹ Más frecuente es la presencia de una *lámina* para la latitud de 0° que se usaba para realizar cálculos matemáticos.

- *Trono*: tiene perfil triangular con borde festoneado y sin ninguna decoración y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 5 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 40°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 144 mm de longitud, 11 mm de anchura y un peso de 39 gramos. No tiene quiebro, es recta y lleva grabada una escala con 16 divisiones iguales, cada una de ellas subdivididas en tres partes. Sus dos pínulas, de dimensiones de 18 mm x 22 mm, están a 111 mm de distancia una de la otra y cada una presenta un orificio circular para realizar la alineación visual.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 37 mm, un peso de 20 gramos y su cabeza tiene un diámetro de 14 mm. El *caballete* tiene una longitud de 28 mm y un peso de 3 gramos.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue donado al museo por el escocés James H. Farr en 1959.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

KING (2005d), p. 951; KING (2005f), p. 1006 (apartado 3.3.a); MADDISON y TURNER (1976), pp. 104-106; MAYER (1956), p. 75; RENAUD (1942), p. 21; STAUTZ (1997), pp. 57 y 190; VILADRICH (1992), pp. 63-64.



Catálogos online:

National Museums Scotland “Ficha del astrolabio de Muḥammad ibn al-Ṣaffār. N° inventario T.1959.62. [http://www.nms.ac.uk/explore/collection-search-results/?item_id=216943] (última consulta 30/03/2017)

⁴¹ Ver fichas A4 y A28. En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

A4: Astrolabio de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en Berlín

ICN / International Instrument Checklist Number = #116

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Muḥammad ibn al-Ṣaffār</p> <p>Lugar: Toledo</p> <p>Fecha: 420H/1029-1030</p> <hr/> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 13,3 cm</p> <p>Altura: 14,5 cm</p> <p>Espesor: 0,75 cm</p> <p>Peso: 884 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafías: Cúfica con puntos diacríticos y hebrea</p> <p style="text-align: center;">Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i></p> <p style="text-align: center;">Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p style="text-align: center;">Inscripciones alfabéticas en hebreo: en <i>dorso</i> y <i>una lámina</i></p> <p style="text-align: center;">Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el <i>dorso</i>):</p> <p style="text-align: center;"><i>Obra de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en la ciudad de Toledo en el año 420</i></p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 9 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Staatsbibliothek Berlín (nº inv. Sprenger 2050)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Su autor, Muḥammad ibn al-Ṣaffār fue un importante astrolabista del periodo omeya, autor también de un astrolabio realizado en Córdoba en 1026 (ficha A3 con todos los detalles sobre este autor).

El astrolabio está realizado en latón y en la parte central del *dorso* se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* se repetirá de forma idéntica en dos astrolabios de periodo taifa y en tres de periodo nazarí.⁴² Tiene un buen número de láminas, nueve, una de las cuales es astrológica con las casas celestes para las latitudes de Córdoba y Zaragoza. Las siete que son de latitud cubren un rango de 0° a 66° de las que sólo tres corresponden a ciudades andalusíes (Córdoba, Toledo y Zaragoza) y el resto a territorios del Islam. La *araña* responde a la tipología austera pero elegante que será seña de identidad de

⁴² Ver fichas A5, A12, A13, A27, A28 y A29.

la producción astrolabista andalusí con punteros geométricos sencillos y escaso número de elementos decorativos también de forma geométrica.



En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme. Los nombres de los signos del zodiaco y los de los meses en el *dorso*, así como los nombres de Toledo y Córdoba en sus *láminas* respectivas, se retallaron con posterioridad en hebreo, aprovechando los espacios libres dejados por las letras árabes y sin borrar las inscripciones originales. Estas dobles inscripciones probarían el paso del astrolabio por manos judías quizá tras la conquista de Toledo por Alfonso VI en 1085 o más adelante. Los astrónomos y matemáticos judíos jugaron un

papel esencial en la difusión de los conocimientos astronómicos árabes en los reinos cristianos hispanos.

Tiene una *lámina* para Constantinopla como el otro astrolabio del mismo autor que nos ha llegado, algo infrecuente en los astrolabios de al-Andalus pues sólo aparece además en un astrolabio nazarí.⁴³

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*, muy escasa en ambos casos, siendo un claro representante de la manufactura austera de los astrolabios andalusíes. La *araña* conserva los cuatro *mudīr*, pequeños pomos que servían para hacerla girar manualmente sobre el eje central y su anillo exterior, proyección del círculo de Capricornio celeste, se ancla al anillo de la eclíptica mediante dos formas semicirculares.







Los punteros tienen diversas formas geométricas, todas ellas puntas rectas, bien en solitario, bien apoyadas en base trapezoidal, bien adosadas a formas semicirculares.

La banda equinoccial de la *araña* presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un pequeño fragmento entre el anillo central y el de la eclíptica por su parte inferior. La banda ecuatorial remata a ambos lados por formas rectangulares, una de ellas decorada con un adorno caligráfico y la otra con la inscripción de la estrella a cuyo puntero da soporte (*qalb al-āsad* – Regulus). Entre la banda ecuatorial y el anillo exterior de la *araña*, la proyección del círculo de Capricornio, se ubican dos de los punteros rectos adosados a formas semicirculares y un círculo que cobija un puntero recto pequeño y que se corona con uno de los cuatro *mudīr* que conserva esta *araña*.

⁴³ Ver fichas A3 y A28. En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

El *trono* es de perfil triangular con borde festoneado con curvas y contra-curvas y no presenta decoración. Lleva superpuesta una pieza frontal superpuesta de forma trapezoidal.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Puntero recto sobre base trapezoidal	Puntero recto adosado a forma semicircular	Adornos caligráficos
Adornos en la araña			
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial rematada a ambos lados con sendas formas rectangulares. Elemento decorativo central en forma circular que cobija un puntero y se corona con un <i>mudir</i> ..		Adorno de forma circular que cobija un puntero
Trono			
Forma triangular y borde festoneado. Pieza frontal superpuesta			

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 133 mm de diámetro que lleva adherida y remachada en cuatro puntos una *corona* de 7,5 mm de espesor y 9,6 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 335 gramos. Se han habilitado dos huecos para el ajuste de las *láminas* a la *madre*, el habitual en la parte superior y otro similar en la inferior, de modo que quedan muy bien fijadas en su posición.

El fondo de la *madre* de 113 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 72°, un valor que no corresponde con ningún lugar habitado en esas fechas y que se incorporaba a los astrolabios con fines de cálculo matemático. En la parte inferior está grabada la inscripción *عرض 72* (*'ard 72* = latitud 72°).

Tiene grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado *المغرب* (*al-magrib*: occidente) y *المشرق* (*al-mašriq*: oriente), respectivamente.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado, de 1 a 12 en notación *abʿyād*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana). No cuenta con curvas de las horas de oración y es lógico que no las tenga puesto que esta *lámina* sólo sirve para hacer cálculos matemáticos, como ya se ha indicado.

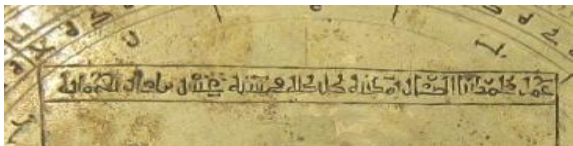
- *Dorso*: tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-ḡawzā* = el gigante). Los nombres de los signos del zodiaco y de los meses del año se grabaron en árabe, como es habitual, pero además cada uno lleva retallado el nombre en hebreo usando el espacio libre disponible entre las letras en árabe.

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 15 de marzo.

El sexto y último anillo, el más interior está dividido en 12 partes, cada una con un número que indica el día de la semana en que empieza el mes correspondiente del calendario juliano del anillo contiguo, de modo que el número 1 corresponde al domingo, el 2 al lunes y así hasta el 7 que es el sábado: 1 [Enero], 4 [Febrero], 4 [Marzo], 7 [Abril], 2 [Mayo], 5 [Junio], 7 [Julio], 3 [Agosto], 6 [Septiembre], 1 [Octubre], 4 [Noviembre] y 6 [Diciembre].⁴⁴ Es decir que enero empieza en domingo (1° día de la semana en el calendario islámico), febrero en miércoles y así sucesivamente hasta diciembre que empieza en viernes.

En la parte central del *dorso* se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* se repite de forma idéntica en el astrolabio de manufactura anónima hecho en Córdoba en 1054, en dos taifas hechos en Valencia y en cuatro nazaríes hechos en Granada.⁴⁵

La inscripción de autoría, enmarcada en un rectángulo, dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>عمل محمد بن الصفار بمدينة طليطل في سنة عسرون و اربع مائة</p> <p><i>Obra de Muḥammad ibn al-Ṣaffār en la ciudad de Toledo en el año 420</i></p>	

El número correspondiente al año de realización no está escrito en numeración *abʿyād*, que es lo habitual, sino en numeral cardinal. Esto sólo se encuentra en los dos astrolabios que nos han llegado de este autor.

⁴⁴ SAMSÓ (2004b), p. 275. Este tipo de diagrama, que permite calcular el día de la semana en la que empieza cada mes del año, está recogido en el último capítulo del Tratado del Astrolabio de Abū-l-Qāsim ibn al-Ṣaffār (m. 1035) y nos ha llegado en sus traducciones al latín realizadas en el s. XII por Plato de Tívoli y Juan de Sevilla.

⁴⁵ Ver fichas A5, A12, A13, A24, A27, A28 y A29.

El doble *cuadrado de sombras* no tiene ninguna inscripción alfabética, ni en las líneas verticales correspondientes a la sombra *versa*, ni en la horizontal correspondiente a la sombra recta. Ambas están divididas en 12 partes iguales llamadas “dedos”, graduadas y rotuladas de dos en dos (2, 4, 6...12) en notación *abyād*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 113 mm, un grosor de 1,3 mm y pesa 39 gramos. Presenta una estructura, en cuanto a la ubicación de los punteros estelares, de clara simetría respecto al diámetro vertical. Conserva los cuatro pequeños pomos (*mudīr*) que facilitan el giro de la *araña*. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° pero sin el valor numérico rotulado. Los nombres de los signos del zodiaco están rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso* y retallados en hebreo. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 29 punteros estelares de los cuales 14 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro de los que 5 han perdido la inscripción con el nombre de la estrella. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):⁴⁶

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ⁴⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>batn qaytūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	الكف <i>al-kaff</i> (la palma de la mano)	Caph	β Cas
3	رأس الغول <i>ra's al-gūl</i> (la cabeza del ogro)	Algol	β Per
4	رجل الجوزا <i>riyl al-yawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
5	الدبران أم عين الثور <i>al-dabarān am 'ayn al-taūr</i> (la que sigue o el ojo del toro)	Aldebarán	α Tau
6	No se conserva la inscripción. Se indica la estrella por la posición que ocupa	Capella	α Aur
7	منكب الجوزا <i>mankib al-yawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
8	الشعرى العبرى <i>al-ši'rā al-'abūr</i> (el líder y el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الشعرا الغميصا <i>al-ši'rā al-gumayšā</i> (el líder de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	No se conserva la inscripción. Se indica la estrella por la posición que ocupa	Talitha Borealis	ι UMa
11	رجل الدب <i>riyl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa
12	نعش <i>na's</i> (ataúd)	Alkaid	η UMa
13	النير من كواكب الشجاع <i>al-nīr min kawākab al-šuyā'</i> (la brillante entre los astros de la hidra)	Minchar	σ Hya
14	مقدم الذرا	Alfard	α Hya

⁴⁶ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

⁴⁷ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ⁴⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
	<i>muqadam al-dirā</i> (la delantera del brazo)		
15	قلب الأسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
16	جناح الغراب <i>yānāh al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
17	السماك الأعزل <i>al-simāk al-a'zal</i> (el excelso desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
18	السماك الرامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	Arturo	α Boo
19	No se conserva la inscripción. Se indica la estrella por la posición que ocupa	Alphecca	α CrB
20	العنق <i>al-'unq</i> (el cuello)	Unukalhai	α Ser
21	قلب العقرب <i>qālb al-'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
22	راس الحواء <i>rās al-ḥawā</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
23	No se conserva la inscripción. Se indica la estrella por la posición que ocupa	Vega	α Lyr
24	الطائر <i>al-ṭā'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
25	ذنب الجدي <i>ḍanab al-ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
26	الدلفين <i>al-dulḡīn</i> (el delfín)	Deneb Dulfín	ϵ Del
27	No se conserva la inscripción. Se indica la estrella por la posición que ocupa	Deneb	α Cyg
28	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
29	ذنب قيطوس <i>ḍanab qayṭūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* muestra marcas de los diámetros y los círculos estructurales así como de las incrustaciones de los cuatro *mudīr*.

- **Láminas:** tiene nueve *láminas* grabadas por ambas caras, de las cuales ocho son las habituales de latitud y la novena tiene grabadas las casas celestes para uso astrológico. Todas tienen la pestaña habitual en la parte superior para su ajuste al hueco de la *madre* y otra más pequeña en la parte inferior, asegurando con este doble anclaje que las *láminas* no se mueven.

Las láminas de latitud tienen grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado de 1 a 12 en notación *abḡad*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana). Además cuentan todas con las curvas que marcan las horas de oración, grabadas en línea continua, y rotuladas como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Almicantar nº 3 (lado izquierdo) correspondiente a 18°. Línea crepusculina
الفجر <i>al-faʿr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faʿr</i>	Almicantar nº 3 (lado derecho) correspondiente a 18°. Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	الظهر <i>al-zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-ʿaṣr</i> : Por la tarde	العصر <i>al-ʿaṣr</i>	Hora 10ª
العصر <i>al-ʿaṣr</i> : Por la tarde	آخر العصر Final de <i>al-ʿaṣr</i>	Hora 11ª

La línea crepusculina debería estar situada bajo el horizonte (-18°) pero aparece muy frecuentemente sobre el horizonte (+18°), como en este caso, porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio del cordobés Ibn al-Samḥ (m. 1035).⁴⁸

La siguiente tabla recoge los datos de las nueve láminas, su tipología, sus inscripciones y sus dimensiones:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	عرض ي ل ساعاته يب لح غانة <i>ʿarḍ 10-30 sã'iātuḥu 12-38. Gāna</i> Latitud 10°30'. Sus horas 12h 38 minutos. Ghana	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 113 mm Espesor = 0,6 mm Peso = 48 gr
	1b	عرض مة ساعاته ية ل القسطنطينية <i>ʿarḍ 45 sã'iātuḥu 15-30. Al-Qusṭanṭīna</i> Latitud 45°. Sus horas 15h 30 minutos. Constantinopla	
2	2a	عرض يد ل ساعاته يب نب صنعا <i>ʿarḍ 14-30 sã'iātuḥu 12-52. Ṣan'ā</i> Latitud 14°30'. Sus horas 12h 52 minutos. Saná	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 113 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 46 gr
	2b	عرض لز ل ساعاته يج د سبا <i>ʿarḍ 17-30 sã'iātuḥu 13-4. Sabā</i> Latitud 17°30'. Sus horas 13h 4 minutos. Saba	
3	3a	عرض كام ساعاته يج ك مكة <i>ʿarḍ 21-40 sã'iātuḥu 13-20. Maka</i> Latitud 21°40'. Sus horas 13h 20 minutos. Meca	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 113 mm Espesor = 0,6 mm Peso = 49 gr
	3b	عرض كه ساعاته يج له المدينة <i>ʿarḍ 25 sã'iātuḥu 13-35. Al-Madīna</i> Latitud 25°. Sus horas 13h 35 minutos. Medina	
4	4a	عرض كح ساعاته يج مط القلزم <i>ʿarḍ 28 sã'iātuḥu 13-49. Al-Qulzum</i> Latitud 28°. Sus horas 13h 49 minutos. Qulzum	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 113 mm Espesor = 0,5 mm Peso = 48 gr
	4b	عرض لد ك ساعاته يد ك سرمنراح <i>ʿarḍ 34-20 sã'iātuḥu 14-20. Saramanrāḥ</i> Latitud 34°20'. Sus horas 14h 20 minutos. Saramanrah	
5	5a	عرض ل ساعاته يج نح مصر <i>ʿarḍ 30 sã'iātuḥu 13-58. Misr</i>	De latitud con proyección

⁴⁸ VILADRIC (1986), p. 57.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
		Latitud 30°. Sus horas 13h 58 minutos. Cairo	estereográfica por ambas caras Diámetro= 113 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 45 gr
	5b	عرض لب ساعاته يد ح القيروان 'arḍ 32 sāl'iāṭuhu 14-8. Al-Qāirawān Latitud 32°. Sus horas 14h 8 minutos. Qairawan	
6	6a	عرض لول ساعاته يد لج سمرقند 'arḍ 36-30 sāl'iāṭuhu 14-33. Samarqand Latitud 36°30'. Sus horas 14h 33 minutos. Samarcanda	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 113 mm Espesor = 0,6 mm Peso = 48 gr
	6b	عرض لج ل ساعاته يد مه قرطبة 'arḍ 38-30 sāl'iāṭuhu 14-45. Qurtuba Latitud 38°30'. Sus horas 14h 45 minutos. Córdoba [NOTA: lleva escrito Córdoba en hebreo (קורדובה)]	
7	7ª	عرض م ساعاته يد ند طليطلة 'arḍ 40 sāl'iāṭuhu 14-54. Ṭulaṭīla Latitud 40°. Sus horas 14h 54 minutos. Toledo [NOTA: lleva escrito Toledo en hebreo (טולדו)]	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 113 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 54 gr
	7b	عرض مب ساعاته يد ح سرقسطة 'arḍ 42 sāl'iāṭuhu 15-8. Saraquṣṭa Latitud 42°. Sus horas 15h 8 minutos. Zaragoza [NOTA: la lámina tiene una parte añadida mediante soldadura por rotura de la pieza original que no afecta a esta inscripción pero sí a las de las horas de oración que se han dibujado en el añadido pero no se han rotulado sus nombres]	
8	8a	آخر العمران عرض صو ساعاته كد Ajar al-'amrān. 'Arḍ 66 sāl'iāṭuhu 24. El fin de la tierra habitada. Latitud 66°. Sus horas 24h. [NOTA: esta latitud no se corresponde con ningún lugar habitado en esas fechas. Sólo para cálculo matemático]	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 113 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 46 gr
	8b	ما تحت خط الاستوا و هو لهل معدل النهار جزيرة سرنديب جزيرة التاقوت Ma taḥat jaṭ al-istawā wa huwa lihal m'iadal al-nahār. Ḳasīra Serendīb, Ḳasīra al-tāqūt En lo que está bajo el ecuador y donde los días son iguales. Isla de Serendib [Ceylán]. Isla del Zafiro. [NOTA: la latitud medida es 0°, correspondiente al ecuador terrestre]	
9	9a	نقطة شمت الرفس . دائرة الافق . مطرح الشعاع ل عرض لج ل Naqṭa šamat al-rafs. Dāira al-uḥuq. Maṭariḥ al-šu'ā' li-'arḍ 38-30 Punto del sol. Círculo del horizonte. Proyección del rayo para la latitud 38°30'. [NOTA: esta latitud corresponde a Córdoba]	Astrológica de proyección de rayos por ambas caras Diámetro= 113 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 47 gr
	9b	نقطة شمت الرفس . دائرة الافق . مطرح الشعاع ل عرض مب Naqṭa šamat al-rafs. Dāira al-uḥuq. Maṭariḥ al-šu'ā' li-'arḍ 42. Punto del sol. Círculo del horizonte. Proyección del rayo para la latitud 42° [NOTA: esta latitud corresponde a Zaragoza]	

La expresión “sus horas”, que aparece en casi todas las *láminas*, indica la máxima duración de la luz del día que tenía lugar en el solsticio de verano.

A pesar del gran número de *láminas*, las únicas ciudades de al-Andalus que incorporan son Toledo, Córdoba y Zaragoza. La presencia de una *lámina* reservada a Meca y Medina es habitual

en los astrolabios andalusíes, pero todas las demás localizaciones se reparten por todo el territorio del Islam como una muestra del orgullo omeya por su participación en la extensión geográfica del Islam. Tiene una *lámina* para Constantinopla, como el otro astrolabio del mismo autor que nos ha llegado, algo infrecuente en los astrolabios de al-Andalus pues sólo aparece además en un astrolabio nazarí.⁴⁹ Más frecuente es, sin embargo, la presencia de *láminas* utilizadas para cálculos matemáticos con latitud de 66° (más al norte de cualquier territorio habitado en esos momentos) y 0° (ecuador terrestre).

Es relevante resaltar de nuevo la presencia de los nombres en hebreo de las ciudades de Toledo y Córdoba, en las *láminas* respectivas, lo que hace suponer un uso del astrolabio por parte de un judío posiblemente tras la conquista de Toledo por Alfonso VI.

Por último, volver a destacar la presencia de una *lámina* dedicada por ambas caras a usos astrológicos, construida según el método de la proyección de los rayos, en las latitudes de Córdoba y Zaragoza respectivamente.⁵⁰

- *Trono*: tiene perfil triangular con borde festoneado y sin ninguna decoración y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 12 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 60°. Lleva superpuesta una pieza metálica que cubre además parte de la *corona* abarcando un ángulo de 20°
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* y a la pieza superpuesta y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 130 mm de longitud, 8,2 mm de anchura en los brazos y 25 mm de anchura en parte central. Tiene un peso de 48 gramos y el quiebro central se resuelve mediante un rectángulo con dos pequeños orificios circulares. Cada uno de los brazos de la alidada lleva grabada una escala horaria universal para el cálculo de las horas desiguales en cualquier latitud y esto la convierte en muy especial ya que es el único astrolabio medieval de la península Ibérica que cuenta con una alidada dotada de esta funcionalidad.⁵¹ Sus dos pínulas, de dimensiones de 17 mm x 18 mm, están a 100 mm de distancia una de la otra y cada una presenta dos orificios circulares para realizar la alineación visual.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 29 mm, un peso de 18 gramos y su cabeza tiene un diámetro de 18 mm. El *caballete* tiene una longitud de 19 mm, un grosor de 3 mm y un peso de 7 gramos.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue comprado en algún lugar de Oriente por Herr A. Sprenger que lo donó

⁴⁹ Ver fichas A3 y A28. En el Anexo 2se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las láminas de los astrolabios.

⁵⁰ CASULLERAS (2008-2009), p. 255; Sobre el método de proyección de rayos ver CASULLERAS y HOGENDIJK (2012), pp. 62-79 y SAMSÓ y BERRANI (1999), pp. 302-306.

⁵¹ KING (2005g), pp. 253-255. Sólo se conocen 3 astrolabios además de este con este tipo de escala grabada en la alidada: uno de Jean Fusoris ca. 1400 en el museo de la universidad Jagiellonian en Cracovia (#568), uno de Isfahán ca. 1100 en Museo Galileo de Florencia (#122) y uno de Yemen ca. 1295 en el Museo Metropolitano de Nueva York (#109). La descripción de este tipo de marcas universales en la alidada aparece en el tratado en latín de Pseudo Māshāllāh, en el de Hermann Contractus y en el de Jean Fusoris.

en 1858 a la Biblioteca Real de Berlín que hoy es la Staatsbibliothek.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

BORRELLI (2008), p. 78; CASULLERAS (2008-2009), p. 255; DJEBBAR (2005a), pp. 98-99; GUNTHER (1932), pp. 251-252; JACQUART (2000), p. 242; KING (1995), p. 386, 389 y fig. 6; KING (2005a), p. 36 (fig. 4.1.3); KING (2005d), pp. 935, 943 y 951; KING (2005f), p. 1006 (apartado 3.3.b); KUNITZSCH y DEKKER (1996), p. 657; MAIER (1996), p. 260; MAYER (1956), p. 75; RENAUD (1942), p. 21; STAUTZ (1997), pp. 57 y 191; VILADRICH (1992), pp. 63-64; WOEPCKE (1858) pp. 1-36.

A5: Astrolabio de Córdoba en Universidad Jagiellonian Cracovia

ICN / International Instrument Checklist Number = #3622

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo</p> <p>Lugar: Córdoba. Retallado posterior en Valencia (Reino de Aragón)</p> <p>Fecha: 446H/1054-1055⁵² Retallado en s. XIV-XV</p> <p>Material: Latón y plata</p> <p>Diámetro: 20 cm</p> <p>Altura: 22,8 cm</p> <p>Espesor: 0,88 cm</p> <p>Peso: 1523 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafías: Cúfica con puntos diacríticos y gótica latina</p> <p>Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyad</i>: en madre, dorso, láminas y araña</p> <p>Inscripciones numéricas en cifras occidentales: en madre, dorso, láminas</p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en madre, dorso, láminas y araña</p> <p>Inscripciones alfabéticas en latín y valenciano medieval: en dorso, láminas y araña</p> <p style="text-align: center;">Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el dorso):</p> <p style="text-align: center;"><i>Realizado en Córdoba y completado con la ayuda de Dios el Altísimo en el año 446</i></p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: Madre, araña, 6 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión.</p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Collegius Maius. Museo de la Universidad Jagiellonian de Cracovia (Polonia) (nº inv. MUJ 4037-35/V)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico realizado en el reino taifa de Córdoba es uno de los varios astrolabios andalusíes retallados posteriormente en latín y en lengua vernácula que nos han llegado. La inclusión de los nombres de los signos del zodiaco, los de los meses y los de algunas estrellas en latín junto o en lugar de los nombres originales en árabe fue una práctica habitual en la Edad Media. Astrolabios con varias capas de inscripciones son fuentes históricas extraordinarias porque informan de los intercambios de conocimientos matemáticos, astronómicos y astrológicos fuera del circuito de los textos escritos. La adición de estas inscripciones evidencia que los astrolabios se usaban en territorio cristiano y no eran sólo objetos

⁵² La fecha está indicada en la inscripción de autoría que se publicó en el s. XIX. En 1987 fue cuestionada por Anna Bunsch por considerar que no estaba bien leída y proponiendo retrasar 100 años la fecha hasta 546H/1151-52. En 1991, Danuta Burczyk-Marona confirmó la lectura inicial realizada en el s. XIX con potentes argumentos que fueron confirmados por Kurt Maier en 1999 y David King en 2004. (ver referencias bibliográficas al final de la ficha). Mi lectura de la fecha realizada el 24-7-2014 coincide con la mayoritaria: 446H.

exóticos, no obstante no es fácil datarlas pues no pueden usarse las grafías grabadas en pergamino como comparación de las grabadas en metal.⁵³

El astrolabio está realizado en latón con incrustaciones de plata y en la parte central del



dorso se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* es idéntica a la que tiene el astrolabio que hizo en Toledo en 1029 el astrolabista cordobés Muḥammad ibn al-Ṣaffār y aparece también en dos astrolabios de periodo taifa y en tres de periodo nazarí.⁵⁴ La *araña* responde a la tipología austera pero elegante que es seña de identidad de la producción astrolabista andalusí con punteros sencillos en forma de capullo de flor con punta recta central y un solo

elemento decorativo de perfil acorazonado. La mayoría de los punteros conservan las incrustaciones de plata en forma de semiesferas. La banda equinoccial presenta un solo punto de discontinuidad en su despliegue lineal, ubicado en el centro, en su conexión con el círculo polar. El quiebro central de la banda equinoccial aparece en el dibujo de la *araña* del astrolabio del manuscrito BNF Ms. Lat 7412 (ficha A1) y sólo se encuentra en astrolabios tempranos, tanto andalusíes como de los reinos cristianos.⁵⁵ Tiene un total de seis *láminas* que sirven un total de trece latitudes comprendidas entre 12°25' y 66°, de las cuales sólo cuatro corresponden a ciudades de al-Andalus y las demás corresponden a otras localizaciones islámicas.

En cuanto a su grafía original, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme. Los nombres de los signos del zodiaco y los de los meses del calendario juliano en el *dorso* y la *araña* así como los de un buen número de estrellas de dicha *araña*, se retallaron con posterioridad en latín combinado con la variante valenciana del catalán medieval, aprovechando los espacios libres dejados por las letras árabes y, en muchos casos, sin borrar las inscripciones originales. La grafía de esas inscripciones es gótica, homogénea y muy cuidada.

Estas dobles inscripciones probarían el paso del astrolabio por manos cristianas, en algún reino cristiano peninsular o en algún otro reino europeo. La presencia de varios términos inscritos en la variante valenciana del catalán medieval en combinación con el latín, permite afirmar que se retalló en el reino de Valencia, en algún momento tras su conquista en 1238 por Jaime I de Aragón. El análisis de esta grafía gótica llevó a Kurt Maier a considerar que el retallado se realizó en el siglo XV aunque David King lo adelanta al siglo XIV. Está

⁵³ BORRELLI (2008), p. 78.

⁵⁴ Ver fichas A4, A12, A13, A27, A28 y A29.

⁵⁵ MAIER (1999), p. 120.

documentado el uso de este astrolabio por Martin Bylica de Olkusz (1433-1493), astrónomo y profesor de la Universidad Jagiellonian de Cracovia hasta el año 1486 en que encargó uno nuevo al constructor de instrumentos vienés Hans Dorn (ca. 1430-1509).⁵⁶ Este hecho invita a considerar que el astrolabio se retalló en Valencia en el siglo XIV o principios del XV y se trasladó a Cracovia ya retallado, quizá acompañando otros objetos y manuscritos hispanos hoy conservados en esa ciudad.⁵⁷

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. En lo que respecta a la *araña*, todos sus punteros tienen forma de capullos de flor rematados con una punta recta o levemente curvada. Su banda equinoccial presenta un solo punto de discontinuidad en su despliegue lineal ubicado en el centro, en su conexión con el círculo polar. Debajo de ella se encuentra la estructura formada por la banda ecuatorial con remates laterales rectos y un elemento decorativo central en forma acorazonada que cobija el puntero correspondiente a la estrella Sirio. En el remate lateral izquierdo hay un pequeño elemento caligráfico decorativo.

El *trono* tiene perfil triangular acampanado, con borde festoneado y con tres orificios perforados en forma de pera completados con dos formas cónicas rehundidas en los lados que apoyan sobre la *corona* de la *madre*. Estas formas contienen restos del relleno de un material de color diferente al del latón del *trono* pero de composición desconocida.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña				
	Forma de capullo de flor con punta recta e incrustación de plata en el cuerpo inferior, todo sobre base trapezoidal.		Forma de capullo de flor con punta levemente curva e incrustación de plata que cubre prácticamente todo el puntero.	
Adornos en la araña				
	Estructura de la banda ecuatorial rematada a ambos lados con sendas formas rectangulares. Elemento decorativo central en forma acorazonada que cobija un puntero.		Forma acorazonada que cobija un puntero	Decoración caligráfica parcialmente cubierta por la adición posterior de un asa para el giro.

⁵⁶ TURNER (1985), p. 29.

⁵⁷ KING (2004), p. 201. King afirma que varias fuentes originales medievales llegaron a Cracovia por vías que aún están por estudiar aunque no da detalles sobre dichas fuentes.

<i>Trono</i>	
Forma acampanada, borde festoneado y tres perforaciones en forma de pera. Detalle del relleno que cubre parte de la superficie rehundida situada en el lateral izquierdo	

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 200 mm de diámetro que lleva adherida con ocho remaches una *corona* de 8,8 mm de espesor y 12 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). En algún momento, probablemente en el s. XIV, se añadieron los valores en numeración indoarábiga occidental y grafía gótica. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 647 gramos.

El fondo de la *madre* de 175 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 24° correspondiente a la ciudad de Medina, con la siguiente inscripción central en árabe:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción
<p>لعرض كد ساعاته يج ل المدينة <i>li 'arḍ 24 sāl 'iātuhu 13-30. Al-Madīna</i> Latitud 24°. Sus horas 13h 30 minutos. Medina</p>

Tiene grabadas 30 curvas almicerantes, separadas de 3 en 3 grados y 72 curvas azimutales separadas de 5 en 5 grados, con sus valores numéricos rotulados en notación *abḡad*. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abḡad*). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana). Además cuenta con las curvas que marcan las horas de oración mediante líneas punteadas, con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
<p>الشفق <i>al-šafaq</i>: Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol</p>	<p>مغيب الشفق <i>magīb al-šafaq</i> (crepúsculo de la puesta del sol)</p>	<p>Hora 2ª Línea crepusculina (correspondiente a 18° bajo el horizonte)</p>
<p>الفجر <i>al-faḡr</i>: Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol</p>	<p>الفجر <i>al-faḡr</i></p>	<p>Hora 11ª Línea crepusculina (correspondiente a 18° bajo el horizonte)</p>
<p>الظهر <i>al-ẓuhr</i>: Tras el mediodía</p>	<p>الظهر <i>al-ẓuhr</i></p>	<p>Hora 8ª</p>
<p>العصر <i>al- 'aṣr</i>: Por la tarde</p>	<p>العصر <i>al- 'aṣr</i></p>	<p>Hora 10ª</p>

La ubicación de las líneas crepusculinas a 18° bajo la línea del horizonte y por tanto en los espacios de las horas 2ª y 11ª está recogida en el Tratado del Astrolabio del cordobés ibn al-Ṣaffār (m. 1035).⁵⁸

En el canto exterior de la corona hay una inscripción moderna en polaco que dice: “WLASNOC OBSERWATORJUM KRAKOWIE” (propiedad del Observatorio de Cacrovia) lo que confirma su uso en esa institución.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes. En algún momento, probablemente en el s. XIV, se añadieron los valores en numeración indoarábiga occidental y grafía gótica.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-ḡawzā* = el gigante). Los signos del zodiaco se retallaron en fecha posterior, probablemente en el s. XIV, con sus nombres en una combinación poco ortodoxa del latín y el valenciano medieval, que debía aproximarse a la lengua oral. Además el retallado gótico se ubica en los espacios libres que deja la grafía árabe original y con los nombres invertidos en sentido vertical, para compensar las distintas direcciones de escritura del árabe y el latín o la lengua vernácula. Los nombres están inscritos como sigue: ARIAS, TAVR9, GEMINI, CANCER, LEO, VIRGO, LIBRA, SCORPI, SAGITARI, CAPRICOR, ACARI, PISSIS

Como puede apreciarse, algunos están abreviados, como Tauro que termina en “9”, una abreviatura usual en la Edad Media para la terminación “us”.⁵⁹ Los que no responden al nombre correcto en latín, como ACARI y PISSIS, resultan de una interesante combinación de esa lengua y su derivada vernácula hablada en la zona valenciana y aparecen recogidos en el *Tractat d’Astronomia* de Ramon Llull que escribió en 1297 mientras se encontraba en París.⁶⁰ No se ha encontrado hasta el momento ninguna evidencia documental que vincule este astrolabio con Llull, aunque resulta atractivo sugerirlo como hipótesis para futuras investigaciones, pues Llull tuvo que utilizar algún astrolabio y conocía el árabe, el latín y el catalán. La adición de una *lámina* para las latitudes de 45° y 48° que suelen corresponder a las ciudades de Toulouse y París, ambas vinculadas a Llull, apoyarían esa hipótesis, sin descartar que la vinculación sea con un conocedor de la obra de Llull. En todo caso, el tema requiere más investigación.

En lo que se refiere a los nombres de los meses del año juliano, todos ellos aparecen retallados con el nombre en valenciano medieval: GINER, FEBRER, MARC, ABRIL, MAG, GUN, IOLIOL, AGOST, SETEMBRE, UTUBRE, NOUEMBRE, DECEMBRE.

Además, cada mes aparece acompañado por un número que indica el día de la semana con el que comienza: 1 [Enero], 4 [Febrero], 4 [Marzo], 7 [Abril], 2 [Mayo], 5 [Junio], 7 [Julio], 3

⁵⁸ MILLÁS (1931), pp. 29-30.

⁵⁹ CAPELLI (1912), p. 25.

⁶⁰ MAIER (1999), p. 125.

[Agosto], 6 [Septiembre], 1 [Octubre], 4 [Noviembre] y 6 [Diciembre].⁶¹ Es decir que enero empieza en domingo (1º día de la semana en el calendario islámico), febrero en miércoles y así sucesivamente hasta diciembre que empieza en viernes.

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

Tras estos círculos calendáricos y hacia el centro del *dorso*, se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* se repite de forma idéntica en el astrolabio califal hecho por Muḥammad ibn al-Šaffār en Toledo en 1029, en dos taifas hechos en Valencia y en tres astrolabios nazaríes hechos en Granada.⁶²

La inscripción de autoría, enmarcada en un rectángulo, dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>صنع بقرطبة فكمّل بعون الله تعالى سنة تمو</p> <p><i>Realizado en Córdoba y completado con la ayuda de Dios el Altísimo en el año 446</i></p>	

La inscripción identifica el lugar y el año en que se hizo el instrumento pero no el nombre de su autor algo inhabitual en los astrolabios andalusíes y los islámicos en general. Como ya se ha indicado, la lectura de la fecha de autoría fue cuestionada en 1987 por Anna Bunsch por considerar que no estaba bien leída, proponiendo retrasarla 100 años 546H/1151-52.⁶³ En 1991, Danuta Burczyk-Marona confirmó la lectura inicial realizada en el siglo XIX con potentes argumentos que fueron confirmados por Kurt Maier en 1999 y David King en 2004.⁶⁴ Mi lectura de la fecha realizada el 24-7-2014 coincide con la mayoritaria: 446H pues son perfectamente visibles las marcas diacríticas y el modo en que las sitúa el calígrafo sobre las letras.

El doble *cuadrado de sombras* no tiene inscripción alfabética en ningún idioma, ni en las líneas verticales correspondientes a la sombra *versa*, ni en la horizontal correspondiente a la sombra *recta*. Ambas están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de dos en dos (2, 4, 6...12) en notación *abʿyad* con una adición posterior de los valores en numeración occidental.

Y más en el interior, en torno al centro del *dorso*, hay un conjunto de 2 círculos, el más exterior con los números 1 al 28 que corresponden al ciclo solar y el interior con número del 1 al 7 que indica el día de la semana en que comienza el año. Cada 4 años está marcado el que es bisiesto con el término en árabe (كبيسة = *kabīsa*), en concreto los años 3º, 7º, 11º, 15º, 19º, 23º y 27º. Con

⁶¹ SAMSÓ (2004b), p. 275. Este tipo de diagrama, que permite calcular el día de la semana en la que empieza cada mes del año, está recogido en el último capítulo del Tratado del Astrolabio de Abū-l-Qāsim ibn al-Šaffār (m. 1035) y nos ha llegado en sus traducciones al latín realizadas en el s. XII por Plato de Tívoli y Juan de Sevilla.

⁶² Ver fichas A4, A12, A13, A27, A28 y A29.

⁶³ BUNSCH (1987), pp. 7-21.

⁶⁴ BURCZYK-MARONA (1991), pp. 95-116; MAIER (1999), p. 119; KING (2004), p. 200.

estas escalas y los números incorporados en el círculo de los meses, se completa la provisión de un calendario perpetuo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
7	1	2	4	5	6	7	2	3	4	5	7	1	2	3	5	6	7	1	3	4	5	6	1	2	3	4	6

Que debe leerse: en el año 1 del ciclo, el primer día de enero cae en sábado (7º día de la semana en el mundo islámico), en el año 2 del ciclo, el primer día de enero cae en domingo (1º día de la semana en el mundo islámico), en el año 3 del ciclo, que es bisiesto, el primer día de enero cae en lunes,... y así sucesivamente hasta el vigésimo octavo año, a partir del cual se inicia de nuevo el ciclo. Este tipo de escala calendárica se encuentra también en los *dorsos* de tres astrolabios taifas (A6, A7 y A9) y tres almohades (A14, A18 y A19), todos posteriores en fecha y, por tanto, este es el astrolabio andalusí más antiguo, conservado, que incorpora un calendario perpetuo.⁶⁵ Este diagrama calendárico aparece descrito por primera vez en el Tratado del Astrolabio de Ibn al-Šaffār.⁶⁶

- *Araña*: La *araña* del astrolabio tiene un diámetro de 174 mm, un grosor de 1,9 mm y pesa 105 gramos. Conserva dos *mudīr* esféricos de plata situados en la banda equinoccial y uno de forma alargada en latón que parece una adición posterior, quizá añadido en el proceso de retallado de las inscripciones. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6º cada una con el valor numérico rotulado en notación *abḡad* y subdividido cada 3º. Los nombres de los signos del zodiaco están rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso* y retallados posteriormente de forma similar a como ya se ha indicado en el *dorso* salvo en tres signos cuyos nombres aparecen abreviados por falta de espacio: GEMI (Géminis), CAN (Cáncer) y VIR (Virgo). La banda equinoccial presenta un único punto de discontinuidad en su despliegue lineal, ubicado en el centro.

Presenta un total de 27 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica y 14 dentro y un total de 17 punteros conservan las incrustaciones de plata en forma de semiesfera. Un puntero está dañado pero conserva la inscripción (nº 15 de la tabla siguiente) y en otro no se puede leer la inscripción porque se ha puesto encima de ella una semiesfera de plata (nº 11 de la tabla siguiente). Sólo dos de los punteros tienen los nombres en árabe y en latín juntos (nº 8 y 12 de la tabla siguiente). En el resto de los casos, o está el nombre en árabe o en latín, es decir, se borra el nombre en árabe y se pone el latín en su lugar excepto en un puntero en el que se ha borrado la inscripción en árabe y no se ha grabado el nombre de la estrella en latín (nº 18). La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):⁶⁷

⁶⁵ Ver Punto IV.5.1.nn que identifica los astrolabios con calendario perpetuo.

⁶⁶ Ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y en particular SAMSÓ (2007a), p. 70.

⁶⁷ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ⁶⁸	Inscripción en latín	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>batn qaytūs</i> (vientre de ballena)	-----	Baten Kaitos	ζ Cet
2	رأس الغول <i>ra's al-gūl</i> (la cabeza del ogro)	-----	Algol	β Per
3	Borrado	AL DABRAN	Aldebarán	α Tau
4	Borrado	AL AIOh	Capella	α Aur
5	رجل الجوزا <i>riyl al-yawzā</i> (la pierna del gigante)	-----	Rigel	β Ori
6	منكب الجوزا <i>mankib al-yawzā</i> (El hombro del gigante)	-----	Betelgeuse	α Ori
7	Borrado	AL ABOR	Sirio	α CMa
8	الشعرا الغميصا <i>al-ši'rā al-gumayṣā</i> (el líder de los ojos llorosos)	AL GOMIRA	Procyon	α CMi
9	الرجل <i>al-riyl</i> (la pata)	-----	Tania Borealis	λ UMa
10	الركبة <i>al-rakba</i> (la rodilla)	-----	Tania Australis	μ UMa
11	No es legible la inscripción por haber colocado encima una semiesfera de plata. Se propone la estrella por su posición.		Alfard	α Hya
12	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	COR LEO	Regulus	α Leo
13	جناح الغراب <i>yānāḥ al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	-----	Gienah Corvi	γ Crv
14	Borrado	AL ERAL	Azimech ó Spica	α Vir
15	بنات نعش <i>banāt na's</i> (plañideras)	-----	Alkaid	η UMa
16	الرامي <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	-----	Arturo	α Boo
17	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	-----	Alphecca	α CrB
18	Borrado	RAMEG	Unukalhai	α Ser
19	Borrado	COR SCORPI	Antares	α Sco
20	Se ha borrado la inscripción. Se propone la estrella por su posición		Ras Alhage	α Oph
21	الواقع <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	-----	Vega	α Lyr
22	Borrado	TAIR	Altair	α Aql
23	Borrado	REDAF	Deneb Dulfín	ε Del
24	Borrado	DENEb GEDI	Deneb Algedi	δ Cap
25	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	-----	Deneb	α Cyg
26	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (hombro de caballo)	-----	Scheat	β Peg
27	ذنب قيطوس <i>ḍanab qaytūs</i> (cola de ballena)	-----	Deneb Kaitos	β Cet

⁶⁸ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

En algunos de los punteros en los que se ha borrado el nombre en árabe para retallar en latín se ven la primera o última letra del nombre el árabe o los extremos superiores de las letras de grafía vertical.

El reverso de la *araña* muestra marcas de los diámetros y los círculos estructurales y los orificios donde iba la incrustación de plata en los punteros que la han perdido.

- *Láminas*: tiene seis *láminas* grabadas por ambas caras de las cuales cinco pertenecen a la fase constructiva original cordobesa y la 6ª tiene distinto peso, grafía árabe de peor calidad, y tiene marcadas sólo dos de las horas de oración. Se trata por tanto de una adición posterior, quizá relacionada con el retallado aunque sorprende que sus inscripciones se hagan en árabe y no en latín.

Sus proyecciones estereográficas tienen 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 72 curvas azimutales separadas de 5 en 5 grados, con sus valores numéricos rotulados, excepto en la sexta *lámina* que no tiene rotulados los valores y presenta muy mala calidad en el grabado de las curvas. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico 1 a 12 rotulado en notación *abʿyād* y retallado posteriormente a su lado en notación occidental, excepto la sexta *lámina* que no tiene el retallado. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana) sólo en las cinco *láminas* originales.

Además cuentan todas con curvas que marcan las horas de oración, grabadas con líneas punteadas e identificadas con nombres más precisos que en las rotuladas en el fondo de la *madre*:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la <i>lámina</i> , transliteración y traducción	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	مغيب الشفق <i>magīb al-šafaq</i> (crepúsculo de la puesta del sol)	Hora 2ª Línea crepusculina (correspondiente a 18° bajo el horizonte)
الفجر <i>al-faʿr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	طلوع الفجر <i>tulūʿ al-faʿr</i> (crepúsculo de la salida del sol)	Hora 11ª Línea crepusculina (correspondiente a 18° bajo el horizonte)
الظهر <i>al-ẓuhr</i> : Tras el mediodía	صلاة الظهر <i>ṣalāt al-ẓuhr</i> (oración del mediodía)	Hora 8ª (Nota: esta línea de oración no está grabada en la sexta <i>lámina</i>)
العصر <i>al-ʿaṣr</i> : Por la tarde	العصر <i>al-ʿaṣr</i>	Hora 10ª (Nota: esta línea de oración no está grabada en la sexta <i>lámina</i>)

La ubicación de las líneas crepusculinas a 18° bajo la línea del horizonte y por tanto en los espacios de las horas 2ª y 11ª está recogida en el Tratado del Astrolabio del cordobés ibn al-Šaffār (m. 1035).⁶⁹

A continuación se indican los tipos de *láminas*, las dimensiones y las demás inscripciones, tanto las árabes como las añadidas en latín en el retallado de los s. XIV-XV:

⁶⁹ MILLÁS (1931), pp. 29-30.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción en latín (retallado posterior)	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	لعرض كام ساعته يج كا مكة حرسها الله <i>li'arḍ 21-40 sã'iātuhu 13-21. Maka ḥarsuhā Allah</i> Para la latitud 21°40'. Sus horas 13h 12 minutos. Meca, guárdela Dios.	22 (Nota: se redondea el valor 21°40' a 22°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	1b	لعرض لب ساعته يد ح بيت المقدس و القيروان <i>li'arḍ 32 sã'iātuhu 14-8. Baīt al-Maqdiṣ wa al-Qaīrawān</i> Para la latitud 32°. Sus horas 14h 8 minutos. Jerusalén y Qairawan	32	Diámetro= 175 mm Espesor = 1,2 mm Peso = 100 gr
2	2a	لعرض كز ساعته يج مد الحجاز <i>li'arḍ 27 sã'iātuhu 13-44. Al-Ḥiṣyaz</i> Para la latitud 27°. Sus horas 13h 44 minutos. Hiyaz	27	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	2b	لعرض ل ساعته يج نج مصر <i>li'arḍ 30 sã'iātuhu 13-53. Misr</i> Para la latitud 30°. Sus horas 13h 53 minutos. Cairo	30	Diámetro= 175 mm Espesor = 1,1 mm Peso = 94 gr
3	3a	لعرض لز ل ساعته يد ل المرية <i>li'arḍ 36-30 sã'iātuhu 14-30. Al-Marīa</i> Para la latitud 36°30'. Sus horas 14h 30 minutos. Almería	37 (Nota: se redondea el valor 36°30' a 37°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	3b	لعرض مب ساعته يه ح سرقسطة <i>li'arḍ 42 sã'iātuhu 15-8. Saraquṣṭa</i> Para la latitud 42°. Sus horas 15h 8 minutos. Zaragoza	42 PPYA (Nota: abreviatura de Perpenyà, el nombre medieval de Perpiñán)	Diámetro= 175 mm Espesor = 1,3 mm Peso = 127 gr
4	4a	لعرض لح ل ساعته يد مه قرطبة و بلنسية <i>li'arḍ 38-30 sã'iātuhu 14-45. Qurtuba wa Balansīa</i> Para la latitud 38°30'. Sus horas 14h 45 minutos. Córdoba y Valencia.	38 (Nota: se redondea el valor 38°30' a 38°) CARDEYA ⁷⁰	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	4b	لعرض م ساعته يد ند طليطلة و ستران <i>li'arḍ 40 sã'iātuhu 14-54. Ṭulaṭīla wa Santarān</i> Para la latitud 40°. Sus horas 14h 54 minutos. Toledo y Santarén	40 TORTOSA	Diámetro= 175 mm Espesor = 1,3 mm Peso = 126 gr
5	5a	لعرض يب كه ساعته يب مه حضرموت اول الاقليم لاول <i>li'arḍ 12-25 sã'iātuhu 12-45. Ḥaḍramaūt aūal al-āqālīma laūal</i>	13 (Nota: se redondea el valor 12°25' a 13°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras

⁷⁰ CARDEYA podría referirse a Cardeña, ciudad de la provincia de Córdoba cuya latitud es 38°16' aunque tanto Kurt Maier como David King consideran que CARDEYA es Cartagena cuya latitud es 37°36' y por tanto puede asimilarse a los 38° rotulados en grafía occidental (ref. MAIER (1999), p. 125 y KING (2004), p. 201). Otra opción es que se tratara de Cerdeña pero su latitud es 40° y además el término con el que se identifica a Cerdeña en la documentación del reino de Aragón en el s. XIV es “Sardenya” o “Sardinia” pero nunca “Cardeya” (ref. RUBIÓ i LLUCH (1908, p. 479 y RUBIÓ i LLUCH (1921), p. 447). Se descarta también que pudiera tratarse de “Cerdanya” que es el nombre de una región junto al Pirineo, porque su latitud es de 42°.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción en latín (retallado posterior)	Tipo de lámina Dimensiones y peso
		Para la latitud 12°25'. Sus horas 12h 45 minutos. Hadramaut el primero del primer clima		Diámetro= 175 mm Espesor = 1,4 mm Peso = 112 gr
	5b	<p>هذا لوجة لعرض صوكه وهو اخرا لاقلما السابع و معهي عرض المعمور شمال الله تعالى ساعاته مستويه كد ساعا</p> <p><i>Haḍa laūyā li'arḍ 66-25 wa hwa ajiran lāqalīma al-sābia' wa m'ahīa 'ard al-m'amūr šamāl...Allah t'ala... sāl'iātuhu mustawīh 24 sāl'ia</i></p> <p>Esta cara es para la latitud 66° 25' y es el fin del séptimo clima, y además la latitud de la parte inhabitada al norte de la tierra y al otro lado está lo inhabitado y desconocido. He grabado estas marcas para mostrar el poder de Dios el Altísimo y no porque sea necesario para quien las mira y tenga un pequeño conocimiento de astronomía. Su escala de horas es 24h.⁷¹</p>	66 (Nota: se redondea el valor 66°25' a 66°)	[Está lámina tiene rotulados los números de las horas de 1 a 24 tanto en árabe <i>abḡad</i> como en notación occidental. Adicionalmente, la proyección estereográfica no tiene curvas azimutales]
6	6a	<p>لعرض مه ل ساعاته به لب</p> <p><i>li'arḍ 45-30 sāl'iātuhu 15-32</i></p> <p>Para la latitud 45°30'. Sus horas 15h 32 minutos</p>	45 (Nota: se redondea el valor 45°30' a 45°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	6b	<p>لعرض مح ساعاته يو</p> <p><i>li'arḍ 48 sāl'iātuhu 16</i></p> <p>Para la latitud 48°. Sus horas 16h</p>	48	Diámetro= 175 mm Espesor = 1,7 mm Peso = 162 gr

La expresión “sus horas”, que aparece en casi todas las *láminas*, indica la máxima duración de la luz del día que tenía lugar en el solsticio de verano.

Es relevante resaltar de nuevo la diferente calidad en el grabado de las curvas y las inscripciones de la sexta *lámina* respecto a las cinco originales andalusíes que invita a considerarla realizada en un reino cristiano. En ella sólo se indica el valor de la latitud y el número máximo de horas de sol pero no la ciudades o ciudades correspondientes a las latitudes de 45°30' y 48° que es lo que tienen grabado en cada una de las caras. Lo habitual en los astrolabios latinos es asociar los 45° a Toulouse y los 48° a París aunque sorprende que esta *lámina* lleve inscripciones alfabéticas y numéricas en árabe cuando esas latitudes son centroeuropeas. Las láminas originalmente grabadas para dar servicio en ciudades andalusíes o del resto del mundo islámico (Almería, Meca, Medina, Qairawan, Cairo, Hiyaz y Hadramaut), sólo incorporan el valor numérico de la latitud en caracteres occidentales, normalmente redondeando el valor al más cercano sólo con grados, sin minutos. Sin embargo, las *láminas* de ciudades pertenecientes a reinos hispanos se retallan indicando, no sólo la latitud, sino ciudades del reino de Aragón donde también se pueden utilizar: la de Zaragoza lleva agregado Perpiñan (con un error de más de 1° en la latitud), la de Valencia lleva Cardeya (como ya se ha indicado, hay dudas sobre a qué ciudad se refiere, si

⁷¹ Traducción completa al inglés en KING (2005d), p. 923; Transliteración y traducción al alemán del texto completo en MAIER (1999), p. 122.

Cartagena u otra) y la de Toledo lleva Tortosa. El retallado en las *láminas* refuerza la hipótesis planteada con el retallado de la *araña* y el *dorso*, que tuvo lugar en un taller de la corona de Aragón, probablemente valenciano, dotado de un buen calígrafo-grabador pero con escasa precisión a la hora de traducir los valores de las latitudes. El enigma de la sexta *lámina* sólo se puede explicar por un interés de emular el aspecto de las *láminas* andalusíes originales incluyendo inscripciones en árabe aunque la calidad en general de todas las curvas grabadas y en particular de la grafía, incluyendo la latina, no es comparable a la de las otras *láminas* y desde luego su manufactura se asocia a un taller de un reino cristiano. Bien podría ser que esta *lámina* añadida lo hubiera sido en otro momento, anterior o posterior al retallado del taller valenciano lo que nos situaría en tres fases constructivas y no dos.

- *Trono*: tiene perfil acampanado con borde festoneado, con tres orificios perforados en forma de pera y dos formas cónicas en los lados que apoyan sobre la *corona* de la *madre* con las que forma una sola pieza. Su altura máxima es de 28 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 30°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* en forma de Ω y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 200 mm de longitud, 6,5 mm de anchura, 39 gramos de peso y una forma cuadrada en el centro que genera un quiebro central que la divide en dos segmentos. Sus dos pínulas de dimensiones de 17 mm x 13 mm, están a 173 mm de distancia una de la otra y cada una presenta un orificio circular para realizar la alineación visual. Podría ser original aunque lo habitual es que sea una adición moderna.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 29 mm, un peso de 10 gramos y su cabeza tiene un diámetro de 14 mm. El *caballete* con forma de pinza es una adición contemporánea.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Este astrolabio fue utilizado por Martin Bylica de Olkusz (1433-1493), astrónomo y profesor de la Universidad Jagiellonian de Cracovia hasta el año 1486 en que encargó uno nuevo al astrolabista vienés Hans Dorn (*ca.* 1430-1509).⁷² En algún momento el astrolabio se ubicó en el Observatorio Astronómico de Cracovia como indica la marca escrita en el canto exterior de su *corona* (WLASNOC OBSERWATORJUM KRAKOWIE”: propiedad del Observatorio de Cracovia) para pasar de nuevo a las dependencias de la Universidad Jagiellonian, en cuyo Collegium Maius, sede del museo universitario, se conserva en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

BORRELLI (2008), p. 78; BUNSCH (1987), pp. 7-21; BURCZYK-MARONA (1991), pp. 95-116; KING (1995a), p. 386, 389 y fig. 7; KING, (2004), pp. 200-201; KING (2005d), pp. 952-953; KING (2005f), p. 1006 (apartado 3.10); MAIER (1999), pp. 119-133; STAUTZ (1997), pp. 57 y 192; ZINNER (1956), pp. 139-293.

⁷² TURNER (1985) p. 29.

A6: Astrolabio al-Sahlī del Museo Arqueológico Nacional

ICN / International Instrument Checklist Number = #117

FRENTE	Constructor: Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī Lugar: Toledo Fecha: Mes de Šaʿbān 459H/ Junio-Julio 1067	DORSO
	Material: Latón Diámetro: 24,2 cm Altura: 26,5 cm Espesor: 0,65 cm Peso: 1989 gr	
<p align="center">Graña: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p align="center">Inscripciones numéricas en notación <i>abʿyād</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p align="center">Inscripciones numéricas en cifras occidentales: en <i>láminas</i></p> <p align="center">Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p align="center">Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el <i>dorso</i>):</p> <p align="center"><i>En Šaʿbān. De las obras realizadas por Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Mawāzīnī al-Sahlī en Toledo.</i> <i>Año 459 de la Hégira</i></p>		
<p align="center">Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 5 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i>, <i>sistema de suspensión</i> y <i>regleta frontal</i>.</p>		
<p align="center">Conservado en: Museo Arqueológico Nacional (nº inv. 50762)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Su autor Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī fue uno de los astrolabistas más sobresalientes de al-Andalus, el más importante del periodo taifa. El término “al-Sahlī” (el de la plana) de su nombre parece indicar que nació en Castellón de la Plana y el otro término y “al-Mawāzīnī” que quiere decir “el de las balanzas” puede indicar que en el taller que dirigía también se hacían balanzas de precisión.⁷³ Trabajó en Toledo en el momento de máximo esplendor de la ciencia en al-Andalus y se trasladó a Valencia en fecha desconocida pero anterior a 1071, siendo este el único caso que se conoce de traslado de un astrónomo/astrolabista de Toledo a Šarq al-Andalus, quizá previendo la conquista de la ciudad por Alfonso VI.⁷⁴ Han llegado a nosotros tres astrolabios firmados por él: el que nos ocupa construido en Toledo, el astrolabio de la colección Lewis Evans,

⁷³ SAAVEDRA (1875), p. 402.

⁷⁴ FORCADA (2004), p. 51. *Šarq al-Andalus*, que en árabe quiere decir “el este de al-Andalus” es el modo en que se llama, en las fuentes andalusíes, a toda la zona levantina.

conservado en el Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (ficha A7), también realizado en



Toledo y el astrolabio que se conserva en el Observatorio Astronómico de Roma (ficha A8) que firmó ya en Valencia. Esto confirma la existencia de un taller de instrumentos astronómicos en Valencia dirigido por Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī y en el que también trabajó su hijo Muḥammad ibn Sa'īd al-Sahlī del que nos ha llegado un astrolabio firmado en el año 1090 y conservado en el Museo de Historia de Washington (ficha A13). Padre e hijo firmaron un globo celeste en el año 478H/1085-1086 para el visir Abū 'Isā ibn Lubbūn, que se conserva en el Museo de

Historia de la Ciencia de Florencia y se les atribuye la autoría de otro muy similar conservado en la Biblioteca Nacional Francesa.⁷⁵ Hay datos de otro astrolabista andalusí de nombre similar, que firma como Ibrāhīm al-Sahlī, activo en Valencia y del que nos ha llegado un astrolabio fechado a finales del año 478H/1086, conservado en el Museo de Ciencia y Tecnología de Kassel (Alemania) (ficha A12). Aunque durante mucho tiempo se pensó que eran la misma persona, hoy se les considera dos individuos distintos.⁷⁶

El astrolabio está realizado en latón de cuya composición se incluye informe y su *araña* presenta punteros zoomorfos con cabezas de ave y adornos en forma geométrica. Sus *láminas* sirven un total de 11 latitudes (entre 22° y 41°30') de las que cinco corresponden a ciudades andalusíes que llevan sus nombres rotulados en ellas, además de las de otros territorios del Islam con la misma latitud.⁷⁷ Lleva grabado en el *dorso* un calendario perpetuo generado en base a lo descrito en el Tratado del Astrolabio del cordobés Abū-l-Qāsim ibn al-Ṣaffār.⁷⁸

En cuanto a su grafía cúfica es homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme. Sus cinco *láminas* llevan grabado en su parte inferior un número en grafía contemporánea, quizá del siglo XIX que identifica la latitud de la misma. En algunos casos el número grabado no es correcto lo cual indica que quien mandó hacer la incisión no comprendía bien la numeración árabe medieval, la ya mencionada notación *abʿyad*.⁷⁹

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y escasa en el *trono*. Los punteros de la

⁷⁵ Sobre el globo celeste del Museo Galileo de Historia de la Ciencia de Florencia (nº inventario 2712) ver STRANO (2010), p. 17 y MEUCCI (1878); Sobre el globo celeste atribuido al mismo autor y conservado en la BNF de París ver KING (1992b), p. 378-379 y DESTOMBES (1958), pp. 304-305.

⁷⁶ VILADRIK (1992), p. 61.

⁷⁷ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

⁷⁸ Ver Capítulo 8 sobre Tratados del Astrolabio.

⁷⁹ Ver Anexo 5 "Numeración *abʿyad* en los astrolabios andalusíes"


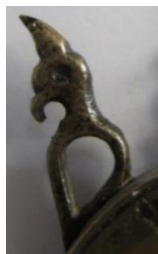




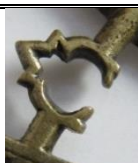

araña son zoomorfos. La tipología más abundante es el puntero con cabezas adosadas de ave que apoyan sobre un trapecio y llevan un vástago puntiagudo entre ambas. Un único puntero tiene sólo una cabeza de ave y otro incorpora a la cabeza de ave un cuerpo filiforme y cerrado en círculo en su extremo. En la parte inferior se ubica un doble puntero de formas geométricas acorazonadas y triangulares con arranques serpenteantes. Cuatro punteros están rotos pero conservan la inscripción identificativa de las estrellas que señalan (nº 12, 15, 24 y 25).

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

La banda ecuatorial remata de forma asimétrica en sus dos extremos. A la izquierda una forma rectangular y a la derecha un doble puntero con dos formas geométricas triangulares. Tiene un elemento decorativo central también triangular con arranques serpenteantes que cobija un puntero zoomorfo. Además de los punteros, hay dos adornos similares en forma de arcos mixtilíneos entre el anillo de la eclíptica y el anillo exterior.

El *trono* es de perfil triangular con borde festoneado y no presenta decoración. Es idéntico a los de los dos astrolabios que el mismo autor realizó después (fichas A7 y A8).

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:


Punteros de la araña					
	Cabezas adosadas de ave que apoyan sobre un trapecio. Punta recta entre ambas	Cabeza de ave sobre base perforada en forma de pera. Punta ligeramente curvada sobre la cabeza.	Ave de cuerpo filiforme y cerrado en círculo. Pico y ojo resaltados	Doble puntero. El superior en forma acorazonada y el inferior en forma triangular con arranque serpenteante.	
Adornos en la araña					
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial: banda con remates laterales asimétricos. El izquierdo recto sin puntero estelar y el derecho con doble puntero de formas acorazonadas. Elemento decorativo central en forma triangular con arranques serpenteantes.			Triángulo con arranques serpenteantes que cobija puntero zoomorfo	Forma de arco mixtilíneo
Trono					
Forma triangular y borde festoneado					

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 242 mm de diámetro que lleva adherida y remachada en seis puntos una *corona* de 6,5 mm de espesor y 9,5 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). En algún momento, la *corona* sufrió una rotura reparada mediante cuatro remaches visibles por el frente y un relleno de soldadura por el *dorso*. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 668 gramos.

El fondo de la *madre* de 220 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 35°30' con las características que se indican a continuación:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción	
<p>الموصل [له ل] و الرصافة [له م] و منبج [له ل] والمدائن [له ل] و قبرس [له ي] و صقلية [له ل] و سبتة [له ل] ك[ساعت] اطول نهاره يد به و اقصرة طمه للعرض له ل</p> <p><i>Al-Mūṣul [35-30] wa, al-Ruṣāfa [35-40] wa, Manbij [35-30] wa al-Madā'in [35-30] wa Qibrus [35-10] wa Ṣiqilīa [35-30] wa Sebta [35-20]. Sā'iat atwal nahārhu 14-15 wa aqṣara 9-45. Al-'arḍ 35-30</i></p> <p>Mosul (35°30'), Rusafa (35°40'), Manbij (35°30'), Almadain (35°30'), Chipre (35°10'), Sicilia (35°30') y Ceuta (35°20'). Horas de su día más largo 14h 15min y del más corto 9h 45min. Latitud 35°30'.</p>	

Los números entre paréntesis, indicadores de la latitud en cada una de las ciudades, están grabados sobre el nombre de la ciudad y en una grafía más pequeña y diferente de la usada en el resto de inscripciones. Posiblemente se trata de una adición posterior destinada a identificar las latitudes de cada una de las ciudades indicadas en la *lámina*. Además, sobre los números de la inscripción principal, se ha grabado la palabra صح (*saḥ*) abreviatura de صحيح (*ṣaḥīḥ*) que quiere decir “exacto” con una grafía más pequeña y diferente de la usada en el resto de las inscripciones.

Tiene grabadas 30 curvas almicanteres separadas de 3 en 3 grados y 72 curvas azimutales separadas de 5 en 5 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abʿyad*) y también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). Además cuenta con las curvas que marcan las horas de oración, mediante líneas continuas, con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la <i>lámina</i>	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Almicantar nº 6 (lado izquierdo) correspondiente a 18°. Línea crepusculina

الفجر <i>al-faḡr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faḡr</i>	Almicantar nº 6 (lado derecho) correspondiente a 18° Línea crepusculina
الظهر <i>al-ẓuhr</i> : Tras el mediodía	صلاة الظهر Rezo de <i>al-ẓuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	اول العصر Inicio de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 10ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	اخر العصر Final de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 11ª

La línea crepusculina debería estar situada bajo el horizonte (-18°) pero aparece muy frecuentemente sobre el horizonte (+18°), como en este caso, porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio del cordobés Ibn al-Samḥ (m. 1035).⁸⁰

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es التومان *al-tawmān* (los gemelos).

Según este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

En torno al centro del *dorso* hay otro conjunto de 5 círculos que configura un calendario perpetuo. El más exterior está dividido en 28 partes que representan los 28 años del ciclo solar al final del cual los días de la semana vuelven a caer en los mismos números de mes. El siguiente muestra los 7 días de la semana numerados del 1 (domingo), 2 (lunes),... al 7 (sábado), que indican el día de la semana en que comienza cada año. Sigue por su interior el círculo que marca los años bisiestos, de modo que cada 4 años está grabado (كبيسة = *kabīsa*) que quiere decir bisiesto. En concreto, están marcados los años 3°, 7°, 11°, 15°, 19°, 23° y 27°. Con estas escalas y los números incorporados en el círculo de los meses (marcados en oscuro los años bisiestos), se completa la provisión de un calendario perpetuo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
7	1	2	4	5	6	7	2	3	4	5	7	1	2	3	5	6	7	1	3	4	5	6	1	2	3	4	6


Que debe leerse: en el año 1 del ciclo, el primer día de Enero cae en sábado (7º día de la semana en el mundo islámico), en el año 2 del ciclo, el primer día de Enero cae en domingo (1º día de la semana en el mundo islámico), en el año 3 del ciclo, que es bisiesto, el primer día de Enero cae en lunes,... y así sucesivamente hasta el vigésimo octavo año en que el 1 de Enero cae en viernes (6º día de la semana en el mundo islámico), a partir del cual se inicia de nuevo el ciclo. Este diagrama calendárico se encuentra también en los *dorsos* de otros astrolabios andalusíes y aparece descrito por primera vez en el Tratado del Astrolabio de Ibn al-Ṣaffār.⁸¹

⁸⁰ VILADRICH (1986), p. 57.

⁸¹ Sobre los astrolabios con este calendario perpetuo ver punto 4.5.2.5. También ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y SAMSÓ (2007a), p. 70.

Los dos círculos más interiores tienen grabados de nuevo los nombres de los 12 meses del año de modo idéntico a como lo están en el calendario zodiacal, y cada mes aparece acompañado por un número que indica el día de la semana con el que comienza: 1 [Enero], 4 [Febrero], 4 [Marzo], 7 [Abril], 2 [Mayo], 5 [Junio], 7 [Julio], 3 [Agosto], 6 [Septiembre], 1 [Octubre], 4 [Noviembre] y 6 [Diciembre].⁸² Es decir que enero empieza en domingo (1º día de la semana en el calendario islámico), febrero en miércoles y así sucesivamente hasta diciembre que empieza en viernes.

En la parte central superior del *dorso* se ubica la detallada inscripción de autoría:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>في شعبان مما لحكم صنعته ابراهيم بن سعيد الموازيني السهلي بطليطة سنة تنتط الهجرة <i>En Ša'bān.</i> <i>De las obras realizadas por Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Mawāzīnī al-Sahlī en Toledo. Año 459 de la Hégira</i></p>	

La inscripción nos identifica el lugar, mes y año en que se hizo el instrumento: Toledo, mes de Šaban y año 459 de la Hégira. Trasladando esa fecha a la era cristiana obtenemos que el instrumento se firmó entre el 17 de junio y el 14 de julio de 1067. En esa fecha reinaba en Toledo Yahya ibn Isma'īl al-Ma'mūn (r. 1043-1075). Interesante es también la información sobre su lugar de origen “al-Sahlī” que quiere decir “el de la plana” que parece indicarnos que era natural de Castellón de la Plana y el otro término “al-Mawāzīnī” que quiere decir “el de las balanzas” y puede indicar que en el taller que dirigía también se hacían balanzas de precisión.

En el cuadrante inferior derecho está grabado el *cuadrado de sombras*. La línea vertical lleva la inscripción *الظل المنكوس* (*al-ẓil al-mankūs* = la sombra versa) y la horizontal *الظل المبسوط* (*al-ẓil al-mabsūt* = la sombra extendida o recta). Ambas están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de una en una (1, 2, ...12) en notación *abḡad*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 221 mm, un grosor de 1,8 mm y pesa 196 gramos. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco, cada uno de ellos dividido en seis partes de 5 grados cada una, con el valor numérico rotulado. Los nombres de los signos del Zodiaco están rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso*. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 26 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica y 13 dentro. Un puntero está desaparecido pero queda su inscripción y tres están dañados. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):⁸³

⁸² SAMSÓ (2004b), p. 275. Este tipo de diagrama, que permite calcular el día de la semana en la que empieza cada mes del año, está recogido en el último capítulo del Tratado del Astrolabio de Abū-l-Qāsim ibn al-Šaffār (m. 1035) y nos ha llegado en sus traducciones al latín realizadas en el s. XII por Plato de Tívoli y Juan de Sevilla.

⁸³ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ⁸⁴	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	الكف الخضيب <i>al-kaff al-jaḍīb</i> (la mano manchada)	Caph	β Cas
3	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
4	رجل الجوزا <i>riḡl al-ḡawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
5	العويق <i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
6	مكعب الجوزا <i>mankib al-ḡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
7	الشعرى العيور <i>al-ši‘rā al-‘abūr</i> (el líder y el tránsito)	Sirio	α CMa
8	الغميصا <i>al-gumaysā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
9	الركبة <i>al-rakba</i> (la rodilla)	Tania Australis	μ UMa
10	النير من كواكب الشجاع <i>al-nīr min kawākab al-ṣuḡā</i> (la brillante entre los astros de la hidra)	Minchar	σ Hya
11	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
12	جناح الغراب <i>ḡanāḥ al-ḡurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
13	بنات نعش <i>banāt na‘š</i> (plañideras)	Alkaid	η UMa
14	السماك الرامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	Arturo	α Boo
15	السماك الاعزل <i>al-simāk al-‘a‘zal</i> (el excelso desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
16	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
17	عنق الحية <i>‘unq al-ḡaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukalhai	α Ser
18	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
19	رأس الحواء <i>ra‘s al-ḡawā’</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
20	الواقع <i>al-wāqi’</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
21	الطائر <i>al-ṭā’ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
22	الدلفين <i>al-dulḡīn</i> (el delfín)	Dened Dulfín	ε Del
23	ذنب الجدي <i>ḡanab al- ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
24	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
25	مكعب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
26	ذنب قيطوس <i>ḡanab qayṭūs</i> (la cola de la ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

⁸⁴ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

El reverso de la *araña* muestra marcas de los diámetros y los círculos estructurales.

- *Láminas*: tiene cinco *láminas* grabadas por ambas caras. Todas tienen grabadas 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 72 curvas azimutales separadas de 5 en 5 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abyād*) y también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana). Además cuentan todas con las curvas que marcan las horas de oración con sus nombres rotulados de forma idéntica al fondo de la *madre* que ya se ha detallado.

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	عرض مكة حرسها الله كب. ساعلت اطول نهاره يج كا و اقصرة ي لط 'Arḍ Maka ḥarṣuhā Allah 22. Sā' iāt atwal nahārhu 13-21 wa aqṣara 10-39 Latitud de Meca, guárdela Dios, 22°. Horas de su día más largo 13h 21min y el día más corto 10h 39min.	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro=222 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 214 gr
	1b	يثر ب حرسها الله و مدينة الرسول عله السلام. ساعلت اطول نهاره يج له و اقصرة ي كه العرض كه Yaṭrib ḥarṣuhā Allah wa madīnat al-rasūl 'alahu al-salām, Sā' iāt atwal nahārhu 13-35 wa aqṣara 10-25. Al-'arḍ 25. Yatrib, guárdela Dios y es la ciudad del enviado, sobre él la paz. Horas de su día más largo 13h 35min, y del más corto 10h 25min. Latitud 25°.	
2	2a	مصر و كرمآن و سجماسة و سينيز و جنابا. ساعلت اطول نهاره يج نح و اقصرة ي ب. العرض ل Misr wa Karmān wa Siyilmāsa wa Saīnīz, wa Ŷanābā. Sā' iāt atwal nahārhu 13-58 wa aqṣara 10-2. Al-'arḍ 30. El Cairo, Kermán, Sijilmasa, Siniz y Ganaveh. Horas de su día más largo 13h 58min, y del más corto 10h 2min. Latitud 30°.	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro=222 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 174 gr
	2b	قرطبة و بياسة و مرسية و جيان و بلخ و جرجان. ساعلت اطول نهاره يد مه و اقصرة طيه. العرض لح [درجة] ك [دقيقة] Qurtuba wa Bayāsa wa Mursīa wa Ŷayān wa Balj wa Ŷarṣān. Sā' iāt atwal nahārhu 14-45 wa aqṣara 9-15. Al-'arḍ 38 [daraja]-20[daqīqa] Córdoba, Baeza, Murcia, Jaén, Balj y Gorgán. Horas de su día más largo 14h 45min y del más corto 9h 15min. Latitud 38°[grados] 20'[minutos] Nota: las palabras “grados” y “minutos” figuran sobre los números 38 y 20, respectivamente, en grafía muy pequeña.	
3	3a	الكوفة و سجستان و بيت القدس و طبرية و قرطاجية و شيراز و اسكندرية فارس و عسقلان و رشيد و تنيس و الرملة و الاهواز القيروان و عانات و اطرابلس و برقة و اصطخر و غزة. ساعلت اطول نهاره يد ح و اقصرة ط نب. العرض لب Al-Kūfa wa Saṣīstān wa Baīt al-Quds wa Ṭabariya wa Qarṭāyīa wa Šīrāz wa Iskandariya fars wa 'Asqalun wa Rašīd wa Tinīs wa al-Ahwāz wa al-Qaīrawān wa 'Aānāt wa Aṭarābulus wa Barqa	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
		<p><i>wa Ištajar wa Gaza. Sā'iat atwal nahārhu 14-8 wa aqšara 9-52. Al-'arḍ 32.</i></p> <p>Kufa, Sistán, Jerusalén, Tiberiades, Cartago, Širaz, Alejandría Persa, Ascalón, Rosetta, Tinis, Ramla, Ahvaz, Qairauan, Anathon, Trípoli, Cirenaica, Istajr (Persépolis) y Gaza. Horas de su día más largo, 14h 8 min, y del más corto, 9h 52min. Latitud 32°.</p>	<p>Diámetro=222 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 177 gr</p>
	3b	<p>اشبيلية و مالقة و غرناطة و تدمير و سردانية و سميض و الرها و الري. ساعلت اطول نهارة يد لط و اقصرة ط كل. العرض لزل</p> <p><i>Išbiliya wa Mālaqa wa Garnāta wa Tudmīr wa Sardānīa wa Samaīsāta wa al-Ruhā wa al-Ray. Sā'iat atwal nahārhu 14-39 wa aqšara 9-21. Al-'arḍ 37° 30'.</i></p> <p>Sevilla, Málaga, Granada, Tudmir (Orihuela), Cerdeña, Samosata, Roha (Edesa) y Ray (Teherán). Horas de su día más largo 14h 39min, y del más corto 9h 21min. Latitud 37°[grados] 30'[minutos]</p> <p>[Nota: las palabras “grados” y “minutos” figuran sobre los números 37 y 30, respectivamente, en graffia muy pequeña.]</p>	
4	4a	<p>بغداد و دمشق و فاس و بابل و تونس و هيت و برقة و سلي و. عكة. ساعلت اطول نهارة يد يد و اقصرة ط مو. العرض لج ي</p> <p><i>Bagdād wa Damašq, wa Fās wa Bābal wa Tūnis, wa Hīt wa Barqa wa Salī wa 'Aka. Sā'iat atwal nahārhu 14-14 wa aqšara 9-46. Al-'arḍ 33°10'.</i></p> <p>Bagdad, Damasco, Fez, Babilonia, Túnez, Hit, Barqa (Cirenaica), Salé (Idlib) y Aata. Horas de su día más largo 14h 14min y del más corto 9h 46min. Latitud 33°[grados] 10'[minutos]</p> <p>[Nota: las palabras “grados” y “minutos” figuran sobre los números 33 y 10, respectivamente, en grafía muy pequeña.]</p>	<p>De latitud con proyección estereográfica por ambas caras</p> <p>Diámetro=222 mm Espesor = 0,78 mm Peso = 158 gr</p>
	4b	<p>المرية و الجزيرة الخضرا و حران و راس العين و شهرزور و سمرقند. ساعلت اطول نهارة يد لج و اقصرة ط كز. العرض لول</p> <p><i>Al-Marīa wa al-Ŷasīra al-jaḍrā wa Ḥarān wa Rās al 'Aīn wa Šahrazūr wa Samarqanda. Sā'iat atwal nahārhu 14-33 wa aqšara 9-27. Al-'arḍ 36°30'.</i></p> <p>Almería, Algeciras, Harrán, Ras al Ain [Marruecos], Shahrizor [Irak] y Samarcanda. Horas de su día más largo 14h 33min, y del más corto 9h 27min. Latitud 36°[grados] 30'[minutos]</p> <p>[Nota: las palabras “grados” y “minutos” figuran sobre los números 36 y 30, respectivamente, en grafía muy pequeña.]</p>	
5	5a	<p>طليطلة و طليبرة و مجريط و قلعة رباح و اقلش. ساعلت اطول نهارة يد ند و اقصرة ط و. و قونكة و مدينة الفرج و من بلاد العدو اندريجان و خلاط. العرض لط نب</p> <p><i>Tulaītila wa Talabīra wa Maḡrīz wa Qal'at Rabāḥ wa Uqlīš. Sā'iat atwal nahārhu 14-54 wa aqšara 9-6. Wa Qūnka wa Madinat al-Faraḡ wa min balād al'adawa Adarbaīyān wa Jalāt. Al-'arḍ 39° 52'.</i></p> <p>Toledo, Talavera, Madrid, Calatrava y Uclés, Horas de su día más largo 14h 54 min y del más corto 9h 6 min. Cuenca, Guadalajara y de los países del otro lado, Azerbaiyán y Jalat. Latitud 39°52'</p>	<p>De latitud con proyección estereográfica por ambas caras</p> <p>Diámetro=222 mm Espesor = 0,79 mm Peso = 185 gr</p>
	5b	<p>سرقسطة و قلعة ايوب و دروفة و لاردة و وشقة و برشتر. ساعلت اطول نهارة يد لج و اقصرة ح نه العرض مال</p> <p><i>Saraqūṣṭa wa Qal'at Ayūb wa Darūqa wa Lārīda wa Wašqa wa Barbaštūr. Sā'iat atwal nahārhu 15-5 wa aqšara 8-55, al-'arḍ 41-30.</i></p>	

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
		Zaragoza, Calatayud, Daroca, Lleida, Huesca y Barbastro. Horas de su día más largo 15h 5min y del más corto 8h 55min. Latitud 41°30'.	

La expresión “horas de su día más largo”, que aparece en todas las *láminas*, indica la máxima duración de la luz del día que tenía lugar en el solsticio de verano y la del más corto, el solsticio de invierno. Sobre todos los números de la inscripción se ha grabado en grafía pequeña صح (*saḥ*) abreviatura de صحيح (*saḥīḥ*) que quiere decir “exacto”.

Sorprende la precisión de la latitud indicada en la *lámina* 5a para Toledo, 39°52'. No es este un valor de latitud que apareciera en los textos sobre coordenadas geográficas que asignaban a Toledo una latitud de 40°. La explicación más plausible es que el valor se obtuvo mediante medidas astronómicas directas realizadas en Toledo por alguno de los componentes del grupo de sabios liderados por el cadí Šā'id al-Andalusī para incluirlo en este astrolabio. Este mismo valor aparece en el astrolabio del mismo autor realizado en Valencia (ficha A8) pero no en el otro que hizo en Toledo (ficha A7) y en el que le otorga la latitud de 40°.

Es también notable el gran número de ciudades incluidas en cada *lámina*, algunas de ellas con latitudes separadas más de 1° del valor numérico indicado, que sólo corresponde al de la primera ciudad. Parece como una necesidad de universalizar el astrolabio, haciendo patente el gran número de lugares donde podía utilizarse, aunque muchos de ellos no tuvieran ninguna relación con al-Andalus.

Es relevante resaltar que las *láminas* 1a (Meca), 1b (Medina), 5a (Toledo) y 5b (Zaragoza) tienen esmeradamente grabados en numeración occidental los números 22, 25, 40 y 41 debajo de la inscripción en árabe y el resto de las *láminas* tienen el número grabado, de forma poco incisa, en la parte inferior. Los valores de esos números están en relación con la latitud de la cara de la *lámina* en cuestión, pero sólo en los casos de las *láminas* de Meca, Medina, Kufa y Zaragoza, los valores son correctos. Esto nos indica que el instrumento sirvió, en algún momento de su existencia, a un europeo que no conocía bien la numeración *abʿyad*.

- *Trono*: tiene perfil triangular con borde festoneado y sin ninguna decoración y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 23 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 40°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* y una *anilla* circular de 34 mm de diámetro y 0,5 mm de grosor.
- *Alidada*: tiene 220 mm de longitud, 12,8 mm de anchura, 151 gramos de peso y un quiebro central que la divide en dos segmentos de 123 mm cada uno. Sus dos pínulas de dimensiones de 27 mm x 34 mm, están a 106 mm de distancia una de la otra y cada una presenta dos orificios circulares para realizar la alineación visual. Parece una adición posterior, probablemente procedente de un astrolabio náutico por la posición de las pínulas, alejadas de los extremos de la alidada.

- *Regleta frontal*: tiene la misma forma que la alidada, con una longitud de 222 mm, una anchura de 13 mm y un peso de 48 gr. Parece una adición posterior, de la misma fecha que la *alidada*.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 25 mm, un peso de 18 gramos y su cabeza tiene un diámetro de 25 mm. El *caballete* con forma de pinza es una adición contemporánea.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio llegó al MAN en torno a 1890 procedente del Gabinete de Antigüedades de la Biblioteca Nacional en cuyo catálogo tenía el nº de inventario 1295. La Biblioteca Nacional se lo había comprado a D. Faustino Borbón en 1798. La descripción del astrolabio en el inventario de objetos procedentes de la Biblioteca Nacional (de fecha *ca.*1890) es como sigue:

Astrolabio árabe. Bronce o metal amarillo. Se adquirió en 1798 de D. Faustino Borbón que lo vendió en 1798 a la Biblioteca Nacional. Este astrolabio o planisferio ejecutado en Toledo el año 459 de la Hégira (1067 de nuestra era) por Ibrahim ben Said al-mirazini al-Sahli, está calculado y ejecutado según el año Juliano y las letras tienen el valor conforme al sistema o alfabeto africano. Se compone de 11 láminas circulares de latitudes con las que tienen varios pueblos de España y algunos del África y del Asia y sus caracteres parecen estar grabados en punzón [Asiento del traslado del astrolabio taifa de la Biblioteca Nacional (nº de inventario 1295) al MAN (nº inventario 762), pp. 52-53]

La ficha del astrolabio más antigua que se conserva en el MAN es del año 1895-96. Indica que es de cobre y recoge la inscripción de autoría así como su procedencia de la Biblioteca Nacional. En el Libro Inventario de la Sección Segunda nº 50001 a 50867 p. 155 de fecha posterior, se recoge una descripción similar (nº inv. 762).

En el Museo Británico (Londres) se conserva una copia facsímil de este astrolabio donada en 1893 por un organismo estatal dependiente del gobierno británico denominado “Committee of Council on Education”. La copia fue realizada por la empresa Elkington & Co, una de las empresas pioneras en la realización de copias de objetos metálicos mediante la técnica de la galvanoplastia y activa entre 1861 y 1963. La copia está catalogada con el nº de inventario 1893,0615.1 y, si bien reproduce fielmente el tamaño y la forma de las distintas piezas del astrolabio y todas sus inscripciones, es notablemente más pesada que el original, en torno a un 80%, por estar realizada con otro material.

5.- Análisis metálico de las piezas del astrolabio

El astrolabio fue sometido a un análisis XRF (Fluorescencia por Rayos X) por D. Ignacio Montero del CCHS-CSIC el 15 de abril de 2012, con los resultados que a continuación se detallan.⁸⁵ Merecen destacarse las diferencias en las aleaciones de las distintas partes aunque las piezas fundamentales son de latón con porcentajes de zinc compatibles con los procedimientos metalúrgicos medievales. En dichas piezas, *madre*, *araña* y *láminas*, la proporción de cobre se mueve entre el 74% y el 80% y la de zinc entre el 18% y el 25% con cantidades ínfimas de

⁸⁵ Mi agradecimiento al Dr. Ignacio Montero del CSIC por su generosidad en realizar este análisis de forma gratuita y por facilitarme el informe completo del análisis.

plomo o estaño. Por el contrario, la *alidada*, *clavo* y, *regleta* presentan porcentajes más bajos de zinc y por esta razón y por sus tipologías deben considerarse adiciones posteriores, incluso contemporáneas. El *caballete* es de latón pero no medieval pues su porcentaje de zinc supera el 30%.

Los resultados del análisis metálico en porcentaje de peso de cada metal medidos en cada parte del astrolabio son⁸⁶:

Pieza	% Cu	% Zn	% Sn	% Pb	% Ag	% As
<i>Madre</i>	80	18	1,4	0,4	0	0
<i>Araña</i>	78	20	1,1	0,12	0	0,09
<i>Lámina 1 (Meca y Medina)</i>	79	19	1,6	0,16	0	0
<i>Lámina 2 (Cairo y Córdoba)</i>	79	20	1,2	0,09	0	0
<i>Lámina 3 (Kufa y Sevilla)</i>	74	25	1,1	0,11	0	0
<i>Lámina 4 (Bagdad y Almería)</i>	77	21	1,2	0,08	0	0
<i>Lámina 5 (Toledo y Zaragoza)</i>	79	19	1,2	0,26	0	0
<i>Alidada</i>	86	9	2,4	2,21	0	0,15
<i>Regleta</i>	79	7	1,6	1,3	0,97	0
<i>Clavo</i>	80	13	1,6	2,21	2,76	0
<i>Caballete</i>	67	32	0	0,61	0	0

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

EWERT (1997), p. 186, fig. 121^a; GARCÍA FRANCO (1945). pp. 229-235 y 427; GUNTHER (1932), pp. 252-253; KING (2005d), pp. 935, 939, 952-953; KING (2005f), p. 1006 (apartado 3.5.a.); MAYER (1956), pp. 50-52; MICHEL (1947), p. 185; RENAUD (1942), p. 20; PRICE (1955), p. 363 y 374; SAAVEDRA (1875). pp. 402-405; VERNET y SAMSÓ (1985), pp. 80-81; VILADRICH (1992), pp. 53-65.

Catálogos on-line

Catálogo online del Museo Arqueológico Nacional (Ceres), “Ficha del astrolabio de Ibrahim ibn Said al-Sahli, N° inventario 50762”.

[<http://ceres.mcu.es/pages/ResultSearch?Museo=MAN&txtSimpleSearch=Ibrahim%20ibn%20Said%20al->

[Sahli&simpleSearch=0&hipertextSearch=1&search=simple&MuseumsSearch=MAN|&MuseumsRolSearch=9](http://ceres.mcu.es/pages/ResultSearch?Museo=MAN&txtSimpleSearch=Ibrahim%20ibn%20Said%20al-Sahli&simpleSearch=0&hipertextSearch=1&search=simple&MuseumsSearch=MAN|&MuseumsRolSearch=9) &] (última consulta: 13/02/2016).

⁸⁶ Sólo se indican los metales más importantes: Cu (cobre), Zn (zinc), Sn (estaño), Pb (plomo), Ag (plata), As (arsénico).

A7: Astrolabio al-Sahlī del Museo Historia de la Ciencia de Oxford

ICN / International Instrument Checklist Number = #118

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī</p> <p>Lugar: Toledo</p> <p>Fecha: Mes de Šawāl 460H /Agosto 1068</p> <hr/> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 16,8 cm</p> <p>Altura: 18,5 cm</p> <p>Espesor: 0,78 cm</p> <p>Peso = 1051 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grañas: Cúfica con puntos diacríticos y gótica latina</p> <p style="text-align: center;">Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i></p> <p style="text-align: center;">Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p style="text-align: center;">Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>dorso</i></p> <p style="text-align: center;">Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el <i>dorso</i>):</p> <p style="text-align: center;"><i>Lo realizó Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī en la ciudad de Toledo, en Šawāl año 460 de la Hégira</i></p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 6 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 55331)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Su autor Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī fue uno de los astrolabistas más sobresalientes de al-Andalus, el más importante del periodo taifa (detalles en ficha A6).

El astrolabio está realizado en latón y su *araña* presenta punteros zoomorfos con cabezas de ave y elementos decorativos con referentes arquitectónicos de gran elegancia. Sus *láminas* sirven un total de 11 latitudes (entre 21°40' y 41°30') de las que cinco corresponden a ciudades andalusíes que llevan sus nombres rotulados en ellas, además de las de otros territorios del Islam con la misma latitud.⁸⁷ Lleva grabado en el *dorso* un calendario perpetuo generado en base a lo descrito en el Tratado del Astrolabio del cordobés Abū-l-Qāsim ibn al-Šaffār.⁸⁸

⁸⁷ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

⁸⁸ Ver Capítulo 8 sobre Tratados del Astrolabio.

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme. Los nombres de los meses del año grabados en el *dorso*, se retallaron



con posterioridad en latín, aprovechando los espacios libres dejados por las letras árabes y sin borrar las inscripciones originales. Estas inscripciones probarían el paso del astrolabio por manos cristianas durante la baja Edad Media o más tarde pues, además de las inscripciones en latín, se han incorporado los símbolos abstractos de los signos del Zodíaco, una creación post-medieval como lo es la grafía usada en los números grabados en la última *lámina* del astrolabio que además está incompleta. El astrolabio tiene al menos dos fases constructivas, la original andalusí del

periodo taifa y otra cristiana post-medieval.

2.- Aspectos decorativos




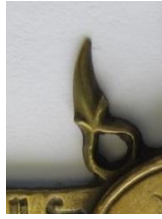





Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y escasa en el *trono*. En lo que respecta a la *araña*, conserva los cuatro *mudir*, pequeños pomos que servían para hacerla girar manualmente sobre el eje central. Los punteros tienen diversas formas geométricas y zoomorfas, destacando sobre todos el puntero de la estrella Aldebarán (nº 4 de la tabla de estrellas) en forma de ave rematada por una punta recta. También son zoomorfos los punteros de tres estrellas pero conformados mediante la oposición de dos cabezas de ave rematadas también por una punta recta. El resto de los punteros ofrecen bases trilobuladas rematadas en puntas rectas o levemente curvas, algunas de las cuales apoyan en base trapezoidal.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

La banda ecuatorial aloja todos los elementos decorativos de esta *araña* y destaca por una buscada asimetría que no cuestiona su elegancia y por acoger tres formas geométricas en forma de arco apuntado polilobulado con claros referentes arquitectónicos. La historiografía los considera “adornos tipo *mihrab*” aunque los *mihrabs* andalusíes que nos han llegado, realizados en fechas iguales o anteriores a la construcción de este astrolabio, no tienen estos perfiles. Se trata más de estructuras decorativas que se conservan en los entornos palaciegos andalusíes como la Aljafería de Zaragoza.

El *trono* es de perfil triangular con borde festoneado y no presenta decoración. Es idéntico a los de los dos astrolabios que el mismo autor realizó después (fichas A6 y A8).

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña				
	Puntero en forma de ave rematado en punta recta	Puntero con dos cabezas de ave adosadas rematado en punta levemente curva	Puntero de base trilobulada sobre trapecio y remate en punta levemente curva	Puntero de base perforada en forma de pera y punta recta
Adornos en la araña				
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial que es asimétrica. Tiene tres adornos en forma de arco apuntado polilobulado además de siete punteros, uno en forma de ave sobre base en forma de pilar cerrando el lado izquierdo. El lado derecho se cierra con otra forma rectangular rematad por un puntero geométrico.			
				
	Adorno en forma de arco apuntado lobulado sobre pilares	Adorno en forma de arco apuntado lobulado sobre columnas	Adorno en forma de arco apuntado mixtilíneo sobre columna y sobre pilar que soporta un puntero	
Trono				
	Forma triangular y borde festoneado			

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 168 mm de diámetro que lleva adherida y remachada en tres puntos una *corona* de 7,8 mm de espesor y 9,1 mm de anchura. con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). La estructura de la *corona* es algo peculiar porque está dividida en dos capas, una superior donde está grabada la escala numérica adherida a otra más gruesa que es la que se fija a la placa circular de la *madre*, de modo que el canto del astrolabio tiene el aspecto mostrado en la figura adjunta. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión*, que son inseparables de la misma, es de 322 gramos.



El fondo de la *madre* de 149 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 28°20' como sigue:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción
<p>القلزم و مدين و كابل و طاوس و خلاص للعرض كح ك ساعته يج ن</p> <p><i>Al-Qulzum wa Madiyan wa Kabul wa Tawiyus wa Ḥalāṣ. Al-'arḍ 28-20 sā'iātuhu 13-50</i></p> <p>Qulzum (Egipto), Madiyan, Kabul, Tawiyus y Halas. Latitud 28° 20', sus horas 13h 50'.⁸⁹</p>

La expresión “sus horas”, que aparece en ésta y en el resto de las *láminas*, indica la máxima duración de la luz del día que tenía lugar en el solsticio de verano.

Tiene grabadas 18 curvas almicantares separadas de 5 en 5 grados y 40 curvas azimutales separadas de 9 en 9 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abyād*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana).

No cuenta con curvas de las horas de oración, algo infrecuente en los astrolabios andalusíes y eso puede estar en relación con la falta de uso de esta *lámina* de uso en una latitud muy alejada de al-Andalus, por lo que quizá sólo se grabó para su utilización por estudiosos de las fuentes escritas astronómicas y geográficas.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es التومان *al-tawmān* (los gemelos). Los nombres de los signos del Zodiaco en árabe están acompañados de sus correspondientes símbolos abstractos (♈ = Aries, ♉ = Tauro, ... ♊ = Piscis) que debieron ser añadidos en algún momento de la vida del astrolabio posterior al periodo medieval. También los nombres de los meses se grabaron fueron retallados posteriormente en latín, en forma abreviada, usando el espacio libre disponible entre las letras árabes. Las inscripciones son: IAN, FEB, MAR, APR, MAI, IUN, IUL, AUG, SEP, OCT, NOV, DEC.

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

En torno al centro del *dorso* hay otro conjunto de 5 círculos que configura un calendario perpetuo. El más exterior está dividido en 28 partes que representan los 28 años del ciclo solar al final del cual los días de la semana vuelven a caer en los mismos números de mes. El siguiente

⁸⁹ KING (2005d), pp. 938 y 953. No es frecuente que aparezcan estas ciudades en *láminas* de astrolabio andalusíes. Las ciudades de Qulzum (en Egipto) y Tawiyus (posiblemente la ciudad griega de Takaforis) aparecen en el tratado de al-Jwārizmī con la latitud de 28° 0' y luego no vuelven a aparecer en ninguna otra fuente islámica. En cuanto al nombre *Ḥalāṣ*, David King lo translitera como Dalas pero no identifica qué ciudad pudo ser. Tampoco se identifica qué lugar pudo ser Madiyan.

muestra los 7 días de la semana numerados del 1 (domingo), 2 (lunes),... al 7 (sábado), que indican el día de la semana en que comienza cada año. Sigue por su interior el círculo que marca los años bisiestos, de modo que cada 4 años está grabado (كبيسة = *kabīsa*) que quiere decir bisiesto. En concreto, están marcados los años 3°, 7°, 11°, 15°, 19°, 23° y 27°. Con estas escalas y los números incorporados en el círculo de los meses (marcados en oscuro los años bisiestos), se completa la provisión de un calendario perpetuo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
7	1	2	4	5	6	7	2	3	4	5	7	1	2	3	5	6	7	1	3	4	5	6	1	2	3	4	6


Que debe leerse: en el año 1 del ciclo, el primer día de Enero cae en sábado (7° día de la semana en el mundo islámico), en el año 2 del ciclo, el primer día de Enero cae en domingo (1° día de la semana en el mundo islámico), en el año 3 del ciclo, que es bisiesto, el primer día de Enero cae en lunes,... y así sucesivamente hasta el vigésimo octavo año en que el 1 de Enero cae en viernes (6° día de la semana en el mundo islámico), a partir del cual se inicia de nuevo el ciclo. Este diagrama calendárico se encuentra también en los *dorsos* de otros astrolabios andalusíes y aparece descrito por primera vez en el Tratado del Astrolabio de Ibn al-Šaffār.⁹⁰

Los dos círculos más interiores tienen grabados de nuevo los nombres de los 12 meses del año de modo idéntico a como lo están en el calendario zodiacal pero aquí están para indicar el día de la semana en que empieza cada mes, como sigue:

Nº en árabe y traducción	Mes adyacente	Nº en árabe y traducción	Mes adyacente	Nº en árabe y traducción	Mes adyacente
١ = 1	Enero	٢ = 2	Mayo	٦ = 6	Septiembre
٤ = 4	Febrero	٥ = 5	Junio	١ = 1	Octubre
٤ = 4	Marzo	٧ = 7	Julio	٤ = 4	Noviembre
٧ = 7	Abril	٣ = 3	Agosto	٦ = 6	Diciembre

Este tipo de diagrama, que permite calcular el día de la semana en la que empieza cada mes del año, está recogido en el último capítulo del Tratado del Astrolabio de Abū-l-Qāsim ibn al-Šaffār (m. 1035) y nos ha llegado en sus traducciones al latín realizadas en el s. XII por Plato de Tívoli y Juan de Sevilla.⁹¹ En el espacio disponible entre los dos conjuntos de anillos se ubica la inscripción de autoría en la parte superior y el *cuadrado de sombras* en la inferior.

La inscripción de autoría, dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>صنعه ابراهيم بن سعيد السهلي بمدينة طليطلة في شوال سنة تص الهجرة</p> <p><i>Lo realizó Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī en la ciudad de Toledo, en Šawāl año 460 de la Hégira</i></p>	

⁹⁰ Sobre los astrolabios con este calendario perpetuo ver punto 4.5.2.5. También ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y SAMSÓ (2007a), p. 70.

⁹¹ SAMSÓ (2004b), p. 275.

La inscripción nos identifica el lugar, mes y año en que se hizo el instrumento: Toledo, mes de Šawāl y año 460 de la Hégira. Trasladando esa fecha a la era cristiana obtenemos que el instrumento se firmó entre el 3 y el 30 de agosto de 1068. En esa fecha reinaba en Toledo Yahya ibn Ismaīl al-Ma'mūn (r. 1043-1075). Interesante es también la información sobre su lugar de origen “al-Sahli” que quiere decir “el de la plana” que parece indicarnos que era natural de Castellón de la Plana.

En el cuadrante inferior derecho está grabado el *cuadrado de sombras*. La línea vertical lleva la inscripción *الظل المنكوس* (*al-ẓil al-mankūs* = la sombra versa) y la horizontal *الظل المبسوط* (*al-ẓil al-mabsūt* = la sombra extendida o recta). Ambas están graduadas en 12 partes iguales rotuladas de dos en dos (2, 4, 6...12) en notación *abʿyad*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 150 mm, un grosor de 1,9 mm y pesa 94 gramos y conserva cuatro pequeños pomos (*mudīr*) que facilitan el giro de la *araña*, uno de los cuales está situado sobre el nombre de un puntero dificultando, aunque no imposibilitando, su lectura. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco, cada uno de ellos dividido en seis partes de 5° pero sin el valor numérico rotulado. Los nombres de los signos del Zodiaco en árabe están acompañados de sus correspondientes símbolos esquemáticos modernos que debieron ser añadidos en algún momento de la vida del astrolabio posterior al periodo medieval, de forma idéntica a como lo están en el anillo zodiacal del *dorso*. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 28 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro, de los cuales dos (nº 19 y 21) debieron sufrir una rotura y están torpemente reparados de modo que se ha alterado levemente la posición que ocupa su punta. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):⁹²

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ⁹³	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	الخضيب <i>al-jaḍīb</i> (la teñida)	Caph	β Cas
3	الغول <i>al-gūl</i> (el ogro)	Algol	β Per
4	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	العويق <i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
6	رجل الجوزا <i>riḡl al-ḡawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
7	منكب الجوزا <i>mankib al-ḡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
8	الشعرى العيور	Sirio	α CMa

⁹² Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

⁹³ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ⁹³	Nombre actual de la estrella	Identificación
	<i>al-ši'rā al-'abūr</i> (el líder y el tránsito)		
9	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	الرجل <i>al-riḡl</i> (la pata)	Tania Borealis	λ UMa
11	الركبة <i>al-rakba</i> (la rodilla)	Tania Australis	μ UMa
12	منير الشجاع <i>munīr al-ṣuḡā'</i> (la luminosidad de la hidra)	Minchar	σ Hya
13	قلب الأسد <i>qalb al-āsad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
14	جناح الغراب <i>yanāḥ al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
15	بنات نعش <i>banāt na'š</i> (plañideras)	Alkaid	η UMa
16	الرامي <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
17	الاعزل <i>al-a'zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
18	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
19	الحية <i>al-ḥaya</i> (la serpiente)	Unukalhai	α Ser
20	قلب العقرب <i>qālb al-'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
21	الحواء <i>al-ḥawā</i> (el encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
22	الواقع <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
23	الطائر <i>al-ṭā'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
24	الدلفين <i>al-dulḡīn</i> (el delfín)	Dened Dulfín	ε Del
25	ذنب الجدي <i>ḡanab al-ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
26	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
27	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (hombro de caballo)	Scheat	β Peg
28	ذنب قيطوس <i>ḡanab qayṭūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

Si se compara esta *araña* con la del astrolabio del mismo autor que hizo un año antes (ficha A6) se observa que ha incorporado dos punteros más (los nº 3 y 10) y en algunos casos ha modificado ligeramente el nombre rotulado en la base del puntero.

El reverso de la *araña* muestra marcas de los diámetros y los círculos estructurales, de las incrustaciones de los cuatro *mudīr* y de los daños y reparaciones de los dos punteros que se rompieron.

- *Láminas*: tiene seis *láminas* grabadas por ambas caras, de las cuales cinco son originales, con toda su grafía en árabe, y la sexta es una adición posterior, está incompleta, no tiene

inscripciones alfabéticas, sólo numéricas y con una grafía post-medieval que Robert Gunther consideró del s. XVI.⁹⁴

Las cinco láminas originales tienen grabadas 18 curvas almlicantares separadas de 5 en 5 grados y 40 curvas azimutales separadas de 9 en 9 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abʿyad*). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). Además cuentan con las curvas que marcan las horas de oración, mediante líneas continuas, con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Entre el almlicantar nº 3 y 4 (lado izquierdo) correspondiente a 18°. Línea crepusculina
الفجر <i>al-faʿyṛ</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faʿyṛ</i>	Entre el almlicantar nº 3 y 4 (lado derecho) correspondiente a 18°. Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	صلاة الظهر Rezo de <i>al-zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-ʿaṣr</i> : Por la tarde	اول وقت العصر Inicio del tiempo de <i>al-ʿaṣr</i>	Hora 10ª
العصر <i>al-ʿaṣr</i> : Por la tarde	اخر وقت العصر Final l tiempo de <i>al-ʿaṣr</i>	Hora 11ª

La línea crepusculina debería estar situada bajo el horizonte (-18°) pero aparece muy frecuentemente sobre el horizonte (+18°), como en este caso, porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio del cordobés Ibn al-Samḥ (m. 1035).⁹⁵ La sexta lámina que es una adición cristiana no lleva marcadas las horas de oración coránicas como es de esperar.

El tipo de lámina, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	مكة حرسها الله واليامة عرض كما م ساعته يج <i>Maka ḥarsuhā Allah ʿarḍ 21-40 sāʾiātuhu 13-20</i> Meca, guárdela Dios. Latitud 21°40', sus horas 13h 20min.	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 150 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 83 gr
	1b	عرض يترتب مدينة الرسول كه ساعته يج له <i>ʿarḍ Yatrib madīnat-al-rasūl 25 sāʾiātuhu 13-35</i> Latitud de Medina, ciudad del Profeta 25°, sus horas 13h 35min.. Nota: sobre todos el número 25 de la inscripción se ha grabado en grafía pequeña صح (<i>saḥ</i>) abreviatura de صحيح (<i>saḥīḥ</i>) que quiere decir "exacto".	
	2a	مصر و عين شمس و كرمان و القندهار و مهرو بان	

⁹⁴ GUNTHER (1932), p. 254.

⁹⁵ VILADRIK (1986), p. 57.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
2		العرض ل ساعته يج نج <i>Misr wa 'Ain Šams wa Karmān wa al-Qandahār wa Mahrūbān al-'arḍ 30 sāl'iātuḥu 13-58.</i> Cairo, Ain-Shams (Heliópolis), Kermán, Kandahar y Mahruban, Latitud 30°, sus horas 13h 58 minutos	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	2b	بغداد و دمشق و قيسرية و تونس و فاس العرض لج ساعته يد يج <i>Bagdād wa Damašq wa Qaīsarīa wa Tūnis wa Fās, al-'arḍ 33 sāl'iātuḥu 14-13</i> Bagdad, Damasco, Cesarea, Túnez y Fez. La latitud 33°, sus horas 14h 13 min.	Diámetro= 150 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 91 gr
3	3a	الموصل و الرصافة و منبج و صقلية و سببة العرض له ل ساعته يد كز <i>al-Mūsul wa al-Ruṣāfa wa Manbiy wa Ṣiqīlīa wa Sebta, al-'arḍ 35-30 sāl'iātuḥu 14-27</i> Mosul, Rusafa, Manbij, Sicilia y Ceuta. La latitud 35°30', sus horas 14h 27 min.	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	3b	اشبيلية و مالقة و غرناطة و بخاري و الرها و الري العرض لز ل ساعته يد لط <i>Išbiliya wa Mālaqa wa Garnāta wa Bujāray wa al-Ruhā wa al-Ray, al-'arḍ 37-30 sāl'iātuḥu 14-39</i> Sevilla, Málaga, Ganada, Bujara, Roha (Edesa) y Ray (Teherán). La latitud 37°30', sus horas 14°39'	Diámetro= 150 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 98 gr
4	4a	المرية و حران و سمرقند و راس العين و شهرزور العرض لول ل ساعته يد لج <i>Al-Marīa wa Ḥarān wa Samarqanda wa Rās al 'aīn wa Šahrazūr, al-'arḍ 36-30 sāl'iātuḥu 14-33</i> Almería, Harrán, Samarcanda, Ras al Ain (Marruecos) y Shahrizor (Irak). La latitud 36°30', sus horas 14h 33min.	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	4b	طليطلة و طليطيرة و اذربيجان و خلاط العرض م ساعته يد ند <i>Tulañtila wa Talabīra wa Aḍarbayyān wa Jalat al-'arḍ 40 sāl'iātuḥu 14-54.</i> Toledo, Talavera, Azerbayán y Jalat. La latitud 40°, sus horas 14h 54 min	Diámetro= 150 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 93 gr
5	5a	قرطبة و مرسية و بباسة و حيان و نهروالروذ و بلخ و جرجان العرض لج ل ساعته يد مه <i>Qurtuba wa Mursīa wa Bayāsa wa Ŷayān wa Marwalrūd wa Balj wa Ŷarḡān, al-'arḍ 38-30 sāl'iātuḥu 14-45.</i> Córdoba, Murcia, Baeza, Jaén, Marwalrud, Balj y Gorgán. La latitud 38° 30', sus horas 14h 45min.	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	5b	سرقسطة و قلعة اوب و شقة و برينستر العرض مال ل ساعته يد ه <i>Saraqusṭa wa Qal'at Ayub wa Wašqa wa Barbaštur, al-'arḍ 41-30 sāl'iātuḥu 15-5.</i> Zaragoza, Calatayud, Daroca, Lleida, Huesca y Barbastro. La latitud 41° 30', sus horas 15h 5 min.	Diámetro= 150 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 95 gr
6	6a	No tiene inscripciones alfabéticas. Sólo números en grafía occidental moderna. ⁹⁶ La latitud medida en sus curvas almicantares es de 45°	De latitud con proyección

⁹⁶ GUNTHER (1932), p. 254. Considera que la grafía es del s. XVI.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
	6b	No tiene inscripciones de ningún tipo. La latitud medida en sus curvas almicantares es de 49°	estereográfica por ambas caras Diámetro= 150 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 101 gr

La expresión “sus horas”, que aparece en casi todas las *láminas*, indica la máxima duración de la luz del día que tenía lugar en el solsticio de verano. Las cinco *láminas* con inscripciones en árabe son de características físicas (tamaño y peso) semejantes y cubren latitudes de al-Andalus, como es de esperar, pero también de lugares que eran referentes para todo el mundo islámico como Meca, Medina, Cairo, Bagdad o Damasco. La presencia de otras ciudades islámicas menos notables puede deberse a su presencia en los libros que proporcionaban las coordenadas geográficas o a intereses particulares del comitente del astrolabio.

En cuanto a la *lámina* añadida con posterioridad, no lleva ninguna inscripción indicando su latitud pero la medida realizada sobre las curvas almicantares indica que sirve una latitud de 45° por una cara y de 49° por la otra. Ninguna de las dos latitudes corresponde a la península Ibérica.

- *Trono*: tiene perfil triangular con borde festoneado y sin ninguna decoración y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 17 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 60°.
- *Sistema de suspensión*: sólo conserva el *asa* fijada al *trono*, carece de *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 167 mm de longitud, 10 mm de anchura en los brazos y un peso de 66 gramos. Tiene un quiebro central y sus dos pínulas, de dimensiones de 17 mm x 15 mm, están a 143 mm de distancia una de la otra y cada una presenta dos orificios para realizar la alineación visual.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 17 mm y un peso de 8 gramos. El *caballete* es una adición contemporánea.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue donado al museo en el momento de su creación en 1924 por uno de los más importantes coleccionistas de instrumentos científicos del mundo, Lewis Evans (1853-1930). Evans compró el astrolabio en Milán en 1899 al anticuario Cantoni.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

BORRELLI (2008), p. 78; GUNTHER (1932), pp. 253-256; MAIER (1996), p. 261; MAYER (1956), pp. 50-52; MICHEL (1947), p. 185; KING (2005a), p. 49, KING (2005d), p. 953; KING (2005f), p. 1006 (3.5.b); PRICE (1955), p. 363 y 375; RENAUD (1942), p. 20; VERNET y SAMSÓ (1985), pp. 82-85; VERNET y SAMSÓ (1992), p. 223; VILADRIK (1992), p. 64


Catálogos online:

Catálogo online Museum of the History of Science “Ficha del astrolabio de Ibrāhīm ibn Sa’īd al-Sahli. N° inventario 55331”

[http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=154.html] (última consulta 14/05/2016).

A8: Astrolabio de al-Sahlī en Observatorio Astronómico de Roma

ICN / International Instrument Checklist Number = #123 = #1167⁹⁷

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī</p> <p>Lugar: Valencia</p> <p>Fecha: Mes de Raʿyab de 463H / Abril de 1071</p> <hr/> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 24 cm</p> <p>Altura: ---</p> <p>Espesor: ---</p> <p>Peso: ---</p>	<p>DORSO</p> <p>NO DISPONIBLE</p>
<p>Grafía: Cúfica con marcas diacríticas</p> <p>Inscripciones numéricas en notación <i>abʿyad</i>: en madre, dorso, láminas y araña</p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en madre, dorso, láminas y araña</p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el dorso):</p> <p><i>Hecho en Valencia en el mes de Raʿyab del año 463 de la Hégira por Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Shahlī.</i></p>		
<p>Elementos: Madre, araña, 8/10 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión</p>		
<p>Conservado en: Museo del Observatorio Astronómico de Roma (nº inv. 157/688)</p>		

1.- Aspectos generales⁹⁸

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Su autor Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī fue uno de los astrolabistas más sobresalientes de al-Andalus, el más importante del periodo taifa (detalles en ficha A6). El estilo de la *araña* de este tercer y último de los astrolabios de Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī que ha llegado a nuestros días, difiere de los dos anteriores. Este ya lo hizo en Valencia a donde se trasladó desde Toledo. Carecemos de información sobre el modo en que se realizó el traslado y si se llevó consigo a los artesanos del

⁹⁷ Hay cierta confusión en la historiografía sobre este astrolabio y por eso tiene asignados dos números ICN. El número #123 es el que le dio Robert Gunther en 1932 e indica que estuvo en el Museo Kirchneriano de Roma. García Franco hace la misma afirmación en 1945 porque toma el dato del libro de Gunther. En 1949 Millás Villacrosa indica que está perdido. (ref. GUNTHER (1932), p. 263; GARCÍA FRANCO (1945), p. 29; MILLÁS (1987), p. 33). En 1955 Derek J de Solla Price no incluye en su lista de astrolabios el número #123 pero da de alta un astrolabio con el número #1167 que ubica en el Observatorio Astronómico de Roma (Ref. PRICE (1955), pp. 363 y 375. David King considera que ambos astrolabios son el mismo y así los incluye en su lista de astrolabios ubicándolo en el Observatorio romano (ref. KING (2005f), p. 1006. Punto 3.5.c.)

⁹⁸ Este astrolabio no se ha podido estudiar in situ y por tanto no se cuenta con la misma información que en aquellos estudiados a fondo. El contenido de la ficha se ha extraído de la bibliografía indicada al final y de una fotografía de baja calidad.

metal que realizaban sus astrolabios. Las claras diferencias pueden deberse a un distinto nivel de habilidad en el trabajo del latón de su nuevo taller valenciano respecto al toledano que iría mejorando con el paso del tiempo.






Es el único astrolabio andalusí que incorpora en la *corona* de la *madre* una doble escala adicional con los 12 signos del zodiaco.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. Los punteros de la *araña* tienen forma geométrica con base trilobulada o en forma de pera y puntas rectas o levemente curvadas. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

La banda ecuatorial tiene un círculo alojado entre el centro de la propia banda y el anillo exterior de la *araña* y los laterales se rematan con sendos pilares sobre los que apoya un puntero de base trilobulada. El *trono* es de perfil triangular-acampanado con borde festoneado.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña				
	Puntero de base trilobulada con tres orificios y remate en punta recta		Puntero de base en forma de pera con orificio central y punta recta	
Adornos en la araña				
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial que es levemente asimétrica. Adorno central circular y laterales rematados con sendos pilares sobre los que apoya un puntero.		Adorno en forma circular que aloja un puntero	
Trono				
	Forma triangular-acampanada con borde festoneado			

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular que lleva adherida una *corona* más ancha de lo acostumbrado porque lleva dos escalas. La más interior es la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2), y las otras dos llevan grabados los 12 signos del zodiaco, cada uno con una asignación

de 30° subdivididos en seis partes de 5° cada una. No hay ningún otro astrolabio andalusí, ni anterior ni posterior a este con el zodiaco incluido en la *corona* de la *madre*.

- *Dorso*: no hay información, pero con seguridad debe llevar una escala graduada en grados para realizar las medidas de altura, un calendario zodiacal y un *cuadrado de sombras* porque estos elementos son comunes a todos los astrolabios andalusíes. También lleva en la parte central la inscripción de autoría, que según Robert Gunther dice: *Hecho en Valencia en el mes de Ra'yab del año 463 de la Hégira por Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Shalī*.⁹⁹

- *Araña*: El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° cada una con el valor numérico rotulado. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

Presenta un total de 28 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):¹⁰⁰

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁰¹	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	No se puede leer en la fotografía. Se indica la estrella por su posición.	Caph	β Cas
3	رأس الغول <i>ra's al-gūl</i> (la cabeza del ogro)	Algol	β Per
4	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	No se puede leer en la fotografía. Se indica la estrella por su posición.	Capella	α Aur
6	قدم الجوزا <i>qadam al-ṡawzā</i> (el pie del gigante)	Rigel	β Ori
7	منكب الجوزا <i>mankib al-ṡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
8	العبور <i>al-'abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	يد الدب <i>yad al-dub</i> (la mano del oso)	Talitha Borealis	ι UMa
11	زبانة السرطان <i>zubāna al-saraṭān</i> (la pinza del cangrejo)	Acubens	α Cnc
12	رجل الدب <i>riṡl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa
13	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo

⁹⁹ Hay que indicar que en términos generales hay ligeras diferencias entre el texto que facilita Robert Gunther y lo que está grabado en los astrolabios. No son errores graves, simplemente cambios de orden dentro de la frase o la adición o eliminación de algunas palabras (ej. Hégira).

¹⁰⁰ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

¹⁰¹ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁰¹	Nombre actual de la estrella	Identificación
14	فم الكاس <i>fam al-kās</i> (la boca de la copa)	Alkes	α Crt
15	القائد <i>al-qā'id</i> (la líder)	Alkaid	η UMa
16	السماك الرامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	Arturo	α Boo
17	الاعزل <i>al-a'zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
18	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
19	عنق الحية <i>'unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukalhai	α Ser
20	قلب العقرب <i>qālb al-'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
21	رأس الحواء <i>ra's al-ḥawā'</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
22	No se puede leer en la fotografía. Se indica la estrella por su posición.	Vega	α Lyr
23	الطائر <i>al-tā'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
24	ذنب الجدي <i>ḍanab al-ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
25	كعب الفرس <i>ka'ib al-faras</i> (el talón del caballo)	Ji Pegasi	χ Peg
26	No se puede leer en la fotografía. Se indica la estrella por su posición.	Deneb	α Cyg
27	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
28	ذنب قيطوس <i>ḍanab qayṭūs</i> (la cola de la ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

- *Láminas*: David King estudió este astrolabio a partir de fotografías y, a pesar de que Gunther reportó en 1932 que tenía 10 *láminas*, sólo da información sobre ocho de ellas, quizá porque las otras dos se han perdido o porque están en blanco. Sólo seis de las ocho son *láminas de latitud*, otra es una *lámina de horizontes* y la última tiene grabadas las tradicionales cuadrículas trigonométricas. Las *láminas* de latitud tienen grabadas 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 60 curvas azimutales separadas de 6 en 6 grados, con sus valores numéricos rotulados. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *ab'ṡad*) y cuentan todas con las curvas que marcan las horas de oración *al-ḡuhr* y *al-'aṣr*.

No indica King en qué *lámina* está grabada cada latitud, así que se presentan los datos como él lo hace, ordenados de menor a mayor valor de la latitud.

Latitud	Duración del día más largo	Ciudades
22°	13h 22'	Meca
25°	13h 35'	Yatrib (Medina)
28° 20'	13h 50'	Qulzum, Fayum, Ahnas, Kabul, Tawiyus, Halas
30°	13h 58'	Cairo, Kermán, Kandahar, Ain-Shams (Heliópolis) y Mahruban
33°	14h 13'	Bagdad, Damasco
34° 30'	----	Tremecén
35°	14h 27'	Tánger, Sicilia, Manbij Mosul y Rusafa
36° 30'	14h 33'	Almería, Harrán, Samarcanda, , Ras al Ain (Marruecos) y Shahrizor (Irak)

37° 30'	14h 33'	Ilegible [probablemente Sevilla , Málaga, Ganada y otras]
38° 30'	14h 45'	Córdoba, Murcia, Baeza, Marwalrud, Balj y Gorgán
40°	14h 54'	Toledo, Talavera, Azerbayán y Jalat
41° 30'	15h 5'	Zaragoza, Calatayud, Lleida, Roma, Jorasmia

La *lámina* que sirve las latitudes de 33° por una cara y 34°30' por la otra presenta una grafía distinta a la de las demás *láminas* lo cual invita a pensar que es una adición posterior. La inscripción de las ciudades de la de latitud 37°30' es ilegible pero sin lugar a dudas corresponde a Sevilla, Málaga y Granada.

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. El arco de su base abarca un ángulo de 55°
- *Sistema de suspensión*: está formado por el *asa* y una anilla circular
- *Alidada*: no hay información
- *Clavo y caballete*: parecen originales aunque la fotografía no permite identificar su forma.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Nada se sabe de este astrolabio antes del año 1876 en que se produjo su traslado desde el Museo Kircheriano de Roma, donde se encontraba, al Museo Artístico e Industrial de Roma figurando con el número de inventario 182 en su nueva ubicación. No se ha encontrado información después de esa fecha, pero en algún momento se trasladó al museo del Observatorio Astronómico de Roma donde se encuentra en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

AMARI (1876), p. 116; GUNTHER (1932), p. 263; MICHEL (1947), p. 185; KING (2005d), p. 954; KING (2005f), p. 1006 (apartado 3.5.c); MAYER (1956), pp. 50-52; RENAUD (1942), p. 20; PRICE (1955), pp. 363 y 375.

Catálogo on line:

Museo Galileo:

<http://brunelleschi.imss.fi.it/galileopalazzostrozzi/object/IbrahimIbnSaidArabAstrolabe.html>

A9: Astrolabio al-Ṣabbān del Museo de Múnich

ICN / International Instrument Checklist Number = #1139

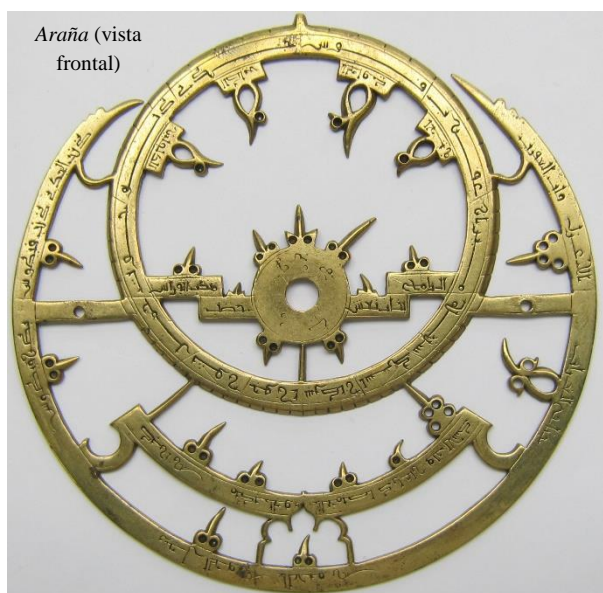
FRENTE	<p>Constructor: Muḥammad ibn Saʿīd al-Ṣabbān</p> <p>Lugar: ¿Zaragoza?</p> <p>Fecha: 466H/1073-1074</p>	DORSO
	<p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 12,6 cm</p> <p>Altura: 14,9 cm</p> <p>Espesor: 0,62 cm</p> <p>Peso = 545 gr</p>	
<p style="text-align: center;">Grafía: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p>Inscripciones numéricas en notación <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i>, dorso y láminas</p> <p>Inscripciones numéricas en cifras occidentales: en <i>madre</i> y láminas</p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, dorso, láminas y araña</p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe (en el dorso):</p> <p style="text-align: center;"><i>Con habilidad lo realizó Muḥammad ibn Saʿīd al-Ṣabbān en el año 466</i></p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: <i>Madre, araña, 5 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión.</i></p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Bayerisches Nationalmuseum Munich (nº inv. 33/243)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado aunque la inscripción no indica el lugar donde se realizó. Su autor, Muḥammad ibn Saʿīd al-Ṣabbān al-Saraqustī nació en Zaragoza y estudió matemáticas en Egipto donde conoció el tratado de construcción de astrolabios de Jābir ibn Hayyān. El hecho de que Zaragoza fuera la capital de un importante reino taifa con actividad científica, permite suponer que el astrolabio lo realizara en esa ciudad.

Se conservan dos astrolabios firmados por él, el que nos ocupa y uno que hizo ocho años después en Guadalajara, que se conserva en el Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (ficha A11). Este astrolabista formó parte, junto a sus contemporáneos Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī (fichas A6, A7 y A8) y Ahmad ibn Muḥammad al-Naqqāš (ficha A10), de la gran generación de científicos andalusíes del siglo XI.¹⁰²

¹⁰² MADDISON (1957), p. 19.



El astrolabio está realizado en latón y su *araña* presenta punteros zoomorfos y geométricos y un adorno en forma de arco trilobulado. Sus *láminas* sirven un total de 11 latitudes (entre 21°30' y 41°30') de las que seis corresponden a ciudades andalusíes que llevan sus nombres rotulados en ellas, además de las de otros territorios del Islam con la misma latitud.¹⁰³ Lleva grabado en el *dorso* un calendario perpetuo generado en base a lo descrito en el Tratado del Astrolabio del cordobés Abū-l-Qāsim ibn al-Ṣaffār.¹⁰⁴

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme. Tanto el fondo de la *madre* como las *láminas* incorporan el valor de la latitud en numeración occidental, una clara adición posterior. Se identifican errores en la traducción de la numeración *abyād* a la occidental.

Las inscripciones del *dorso* y algunas *láminas* presentan decoración caligráfica, algo poco habitual en los astrolabios andalusíes pero característica de este astrolabista que también la incluye en el otro astrolabio de su mano que nos ha llegado (ficha A11).

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* tiene cinco punteros zoomorfos, muy esquemáticos, con cabeza de ave y cuerpo estilizado que genera un orificio ovalado. Los demás tienen forma geométrica, dos con base acampanada con cuatro orificios circulares y el resto con base rectangular perforada con dos pequeños círculos y remate superior en punta. Los orificios pudieron alojar incrustaciones de plata como las que se conserva en otros astrolabios. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

Por debajo se encuentra la estructura decorativa formada por la banda ecuatorial con remates semicirculares a ambos lados y un elemento decorativo central en forma de arco trilobulado que cobija un puntero del tipo más sencillo. Este tipo de adorno se encuadra en el repertorio de elementos de referente arquitectónico frecuente en los astrolabios taifas. La historiografía los considera “adornos tipo *mihrab*” aunque los *mihrabs* andalusíes que nos han llegado no tienen estos perfiles. Se trata más de estructuras decorativas que se encuentran en entornos palaciegos andalusíes como la Aljafería de Zaragoza.


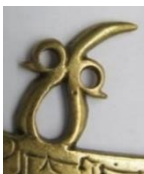
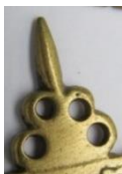






¹⁰³ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

¹⁰⁴ Ver Capítulo 8 sobre Tratados del Astrolabio.

El *trono* es de forma triangular, con diez orificios situados de forma simétrica respecto al eje vertical: cuatro círculos grandes, cuatro pequeños y dos en forma de pera. Los cuatro círculos grandes van enmarcados por una circunferencia grabada en torno a cada uno de ellos. Este *trono* es muy similar al del otro astrolabio que nos ha llegado del mismo autor (ficha A11).

El *dorso* y algunas *láminas* presentan decoración caligráfica en algunas de sus inscripciones, discreta y homogénea con el resto de la escritura en lo que se refiere a la incisión en el metal. El otro astrolabio que nos ha llegado del mismo autor (ficha A11) tiene también adornos caligráficos pero mucho más resaltados. No es frecuente encontrar decoración caligráfica en los astrolabios andalusíes y su presencia en los dos firmados por al-Šabbān, se convierte en seña de identidad de este astrolabista.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña				
	Puntero zoomorfo con cabeza de ave y cuerpo estilizado con orificio central en forma de pera y remate en punta recta	Puntero zoomorfo con dos cabezas de ave adosadas y cuerpos estilizados que generan un orificio en forma de pera. Punta recta entre ambas cabezas	Puntero en forma acampanada con cuatro orificios y remate en punta recta	Puntero de base rectangular con dos orificios circulares y punta recta
Adornos en la araña				
				
	Adorno en forma de semicírculo	Adorno central en forma de arco trilobulado que cobija un puntero estelar		
Trono			Dorso y láminas	
	Forma triangular y 10 orificios dispuestos 5 a 5 en forma simétrica respecto al eje vertical: 4 círculos grandes, 4 pequeños y 2 en forma de pera			Adornos caligráficos en las láminas

3.- Descripción de las partes del astrolabio

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 126 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 6,2 mm de espesor y 8,2 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). En su borde exterior lleva grabadas marcas cada 15° que señalan, por tanto, las horas iguales, pero no lleva rotulados los valores numéricos. Esta escala es, con seguridad, una adición posterior, del momento en el que se grabaron los valores de la latitud en cada una de las *láminas* en numeración occidental. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 225 gramos.

El fondo de la *madre*, de 110 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 33° con las características que se indican a continuación:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción añadida en numeración occidental
بغداد و بيت المقدس لعرض لج <i>Bagdād wa Baīt al-Maqdiṣ li'arḍ</i> 33 Bagdad y Jerusalén. Para la latitud 33°	33

Tiene grabadas 15 curvas almicerantes separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12) en notación *abyād*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana).


No cuenta con curvas de las horas de oración, algo infrecuente en los astrolabios andalusíes. Toda la grafía es cúfica con puntos diacríticos.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا *al-yaūzā* (el gigante).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 15 de marzo.

En el espacio interior se ubica la inscripción de autoría, el *cuadrado de sombras* y tres anillos circulares con inscripciones numéricas en torno al centro del *dorso* que corresponden a un calendario perpetuo.

La inscripción de autoría, dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>مما أحكم صنعتة محمد بن سعيد الصبان في سنة تصو</p> <p><i>Con habilidad lo realizó Muḥammad ibn Saʿīd al-Ṣabbān en el año 466</i></p>	

En la parte central derecha está grabado un *cuadrado de sombras* cuya línea vertical lleva la inscripción منكوس (*mankūs* = versa) y la horizontal مبسوط (*mabsūt* = recta). Ambas están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de dos en dos (2, 4, 6...12) en notación *abʿyad*.

Los tres anillos circulares que rodean el centro del *dorso* configuran un calendario perpetuo. El más exterior está dividido en 28 partes que representan los 28 años del ciclo solar al final del cual los días de la semana vuelven a caer en los mismos números de mes. El siguiente muestra los 7 días de la semana numerados del 1 (domingo), 2 (lunes),... al 7 (sábado), que indican el día de la semana en que comienza cada año. Sigue por su interior el círculo que marca los años bisiestos, de modo que cada 4 años está grabada una “K” (كبيسة = *kabīsa*) que quiere decir bisiesto. En concreto, están marcados los años 4°, 8°, 12°, 16°, 20°, 24° y 28°. Con estas escalas y los números incorporados en el círculo de los meses (marcados en oscuro los años bisiestos), se completa la provisión de un calendario perpetuo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
2	3	4	6	7	1	2	4	5	6	7	2	3	4	5	7	1	2	3	5	6	7	1	3	4	5	6	1

Que debe leerse: en el año 1 del ciclo, el primer día de Enero cae en lunes (2º día de la semana en el mundo islámico), en el año 2 del ciclo, el primer día de Enero cae en martes (3º día de la semana en el mundo islámico), en el año 4 del ciclo, que es bisiesto, el primer día de Enero cae en viernes,... y así sucesivamente hasta el vigésimo octavo año del ciclo en que el 1 de Enero cae en domingo (1º día de la semana en el mundo islámico), a partir del cual se inicia de nuevo el ciclo. Este diagrama calendárico se encuentra también en los *dorsos* de otros astrolabios andalusíes y aparece descrito por primera vez en el Tratado del Astrolabio de Ibn al-Ṣaffār.¹⁰⁵

- *Araña*: La *araña* del astrolabio tiene un diámetro de 110 mm, un grosor de 1,5 mm y pesa 52 gramos. Debió tener dos *mudīr* (pequeños pomos para ayudar a girar la *araña*), pues se conservan los orificios donde estaban insertados las más que probables esferas de plata. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco con sus nombres rotulados en árabe, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° cada una sin rotulación numérica. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

¹⁰⁵ Sobre los astrolabios con este calendario perpetuo ver punto 4.5.2.5. También ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y SAMSÓ (2007a), p. 70.

Presenta un total de 26 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica y 13 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta).¹⁰⁶

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁰⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	خضيب <i>jaḍīb</i> (teñida)	Caph	β Cas
3	دبران <i>dabarān</i> (que sigue)	Aldebarán	α Tau
4	عروق [parcialmente borrada] <i>[‘ayy]ūq</i> (cabrilla)	Capella	α Aur
5	رجل الجوزا <i>riḡl al-ḡawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
6	منكب الجوزا <i>mankib al-ḡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
7	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
8	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
9	ركبة [parcialmente borrada] <i>rak[ba]</i> (rodilla)	Tania Australis	μ UMa
10	ذرا عان <i>ḡirā‘an</i> (dos brazos)	Alfard	α Hya
11	قلب الأسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
12	جناح الغراب <i>ḡanāḥ al-ḡurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
13	بنات نعش <i>banāt na‘š</i> (plañideras)	Alkaid	η UMa
14	الاعزل <i>al-a‘zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
15	الرامي <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
16	فكة [parcialmente borrada] <i>[fa]kka</i> (anillo roto)	Alphecca	α CrB
17	الحية <i>al-ḥaya</i> (la serpiente)	Unukalhai	α Ser
18	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
19	الحواء <i>al-ḥawā‘</i> (el encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
20	واقع [parcialmente borrada] <i>[wā]qi‘</i> (que cae)	Vega	α Lyr
21	الطائر <i>al-tā‘ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
22	الدلفين <i>al-dulḡīn</i> (el delfín)	Deneb Dulfín	ε Del
23	ذنب الجدي <i>ḡanab al- ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
24	ردف [parcialmente borrada] <i>[rid]f</i> (rabadilla)	Deneb	α Cyg

¹⁰⁶ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

¹⁰⁷ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁰⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
25	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
26	ذنب قيطوس <i>danab qaytūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* conserva muchas marcas de líneas en los punteros, así como líneas y arcos en todas las bandas.

- *Láminas*: tiene cinco *láminas* grabadas por ambas caras. Todas son de latitud con una proyección estereográfica con 15 curvas almicanteres separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado مغرب (*magrib*: occidente) y مشرق (*mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abýad*). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana).

En fecha posterior, posiblemente medieval, se ha añadido, en la parte inferior de cada *lámina*, el valor de la latitud en números occidentales aunque con errores respecto al indicado en árabe. Esos números se han grabado además sin cuidado, en posiciones algo oblicuas.

Todas las *láminas* tienen grabadas las horas de oración e incluso dos de sus curvas, las de los dos crepúsculos (línea crepusculina), están duplicadas, habiéndolas grabado en las dos posiciones en que se pueden ubicar: a 18° bajo el horizonte (en una de las franjas de las horas desiguales) y a 18° sobre el horizonte (en una de las curvas almicanteres). Sólo hay dos astrolabios andalusíes que presentan esta singularidad además de este: otro taifa (ficha A13) y uno nazarí (ficha A26). La línea crepusculina debería estar situada bajo el horizonte (-18°) pero aparece muy frecuentemente sobre el horizonte (+18°), porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio del cordobés Ibn al-Samḥ (m. 1035).¹⁰⁸

Las horas de oración, grabadas en línea de espina de pez, presentan variaciones en los nombres rotulados y por eso se indica la *lámina* en la que figura cada nombre. Las inscripciones y posiciones se recogen en la siguiente tabla:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la <i>lámina</i>	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i> [en <i>láminas</i> 1, 4a]	Almicantar nº 3(lado izquierdo) Correspondiente a 18°. Línea crepusculina
	الشفق <i>al-šafaq</i> [en <i>láminas</i> 2,3,4b, 5]	
	مغيب الشفق Puesta de sol de <i>al-šafaq</i> [en <i>láminas</i> 2,3,4, 5]	Hora 2ª Línea crepusculina

¹⁰⁸ VILADRIK (1986), p. 57.

	شفاق <i>šafaq</i> [en lámina 1]	
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-fayr</i> [en láminas 1,4a]	Almicantar nº 3 (lado derecho) Correspondiente a 18°. Línea crepusculina
	الفجر <i>al-fayr</i> [en láminas 2,3,4b, 5]	
	فجر <i>faýr</i> [en láminas 1]	Hora 11 ^a Línea crepusculina
	طلوع الفجر Salida del sol de <i>al-fayr</i> [en láminas 2,3,4, 5]	
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	الظهر <i>al-zuhr</i> [en todas las láminas]	Hora 8 ^a
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	العصر <i>al-‘aṣr</i> [en todas las láminas]	Hora 10 ^a

No es habitual encontrar estas variaciones en el modo de rotular las horas de oración cuando, como en este caso, todas las *láminas* parecen corresponder a una única fase constructiva. Quizá sea una muestra de que podía haber más de un calígrafo rotulando las inscripciones.

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción numérica añadida	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	مكة و اليمامة لعرض كال <i>Maka wa al-Yamāma li ‘arḍ 21-30</i> Meca y Al-Yamama, para una latitud de 21°30’	22 [error de 30°]	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 100 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 45 gr
	1b	اشبيلية و غرناطة لعرض لز ل <i>Iṣbiliya wa Garnāta li ‘arḍ 37-30</i> Sevilla y Granada, para una latitud de 37°30’	37 [error de 30°]	
2	2a	مصر و طرسوس و كرمان لعرض ل <i>Misr wa Ṭarsūs wa Karmān li ‘arḍ 30</i> Cairo, Tarso y Kermán, para una latitud de 30°	30	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 100 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 51 gr
	2b	سبتة و صقلية و الموصل و الرصافة لعرض له ل <i>Sebta wa Ṣiqilīa wa al-Mūṣul wa al-Ruṣāfa li ‘arḍ 35-30</i> Ceuta, Sicilia, Mosul y Rusafa, para una latitud de latitud 35°30’	35 [error de 30°]	
3	3a	القيروان و الكوفة و طبرية لعرض لب <i>Al-Qaīrawān wa al-Kūfa wa Ṭabariya li ‘arḍ 32</i> Qairauan, Kufa y Tiberíades, para una latitud de 32°	32	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 100 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 49 gr
	3b	المرية و مالقة و راس العين لعرض لول ل سمرقند <i>Al-Marīa wa Mālaqa wa Rās al ‘Aīn, li ‘arḍ 36-30, Samarqanda</i> Almería, Málaga y Ras al Ain, para una latitud de 36°30’, Samarcanda	36 [error de 30°]	
	4a	قرطبة و مرسية و بياسة و جيان لعرض لح ل	38	

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción numérica añadida	Tipo de lámina Dimensiones y peso
4		<i>Qurtuba wa Mursīa wa Bayāsa wa Ŷayān, li'arḍ 38-30</i> Córdoba, Murcia, Baeza y Jaén, para una latitud de 38°30'	[error de 30°]	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	4b	طليطلة و ادريجان لعرض م <i>Tulaīṭila wa Adarbaīyān li-'arḍ 40</i> Toledo y Azerbaiyán, para una latitud de 40°	33 [error de 7° ii?!!]	Diámetro= 100 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 55 gr
5	5a	بلنسية و بطليوس و دانية لعرض لطل <i>Balansīa wa Baṭalīws wa Dānīa, li'arḍ 39-30</i> Valencia, Badajoz y Denia, para una latitud de 39°30'	40 [error de 30°]	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	5b	سرقسطة و لاردة لعرض مال <i>Saraqusṭa wa Lārīda li'arḍ 41-30</i> Zaragoza y Lérida, para una latitud de 41°30'	41 [error de 30°]	Diámetro= 100 mm Espesor = 0,5 mm Peso = 36 gr

Sorprende el error de 7° en el añadido numérico occidental de la latitud de Toledo que tiene un valor bien conocido en territorio peninsular. Hace dudar de que esas adiciones numéricas se hayan hecho en algún reino cristiano peninsular. Otra posibilidad es que, quien grabara esta información, no fuera muy competente en la lectura de la numeración *abyād*. Por otro lado, se redondean todos los valores de latitud de modo que nunca se indican los minutos de grado.

- *Trono*: tiene perfil triangular con diez orificios desplegados en los bordes laterales de forma simétrica respecto del eje vertical. Es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*, su altura máxima es de 23 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 34°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* en forma de omega. Carece de *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 125 mm de longitud, 7 mm de anchura y un quiebro central que la divide en dos segmentos. Tiene un peso de 23 gramos y sus dos pínulas, de dimensiones de 14 mm x 12 mm, están a 94 mm de distancia una de la otra.
- *Clavo y caballete*: son ambas adiciones posteriores, un tornillo y una tuerca de 6 y 4 gramos de peso respectivamente.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio procede de la colección de más de 300 piezas, entre relojes e instrumentos científicos, que poseía el historiador del arte alemán Dr. Ernst Bassermann-Jordan (1876-1932) y que donó íntegramente al Bayerisches Nationalmuseum de Munich en su testamento. Se registra su entrada en el museo en 1933.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

KING (2005d), pp. 955-956; KING (2005f), p. 1006 (apartado 3.7); MAYER (1956), pp. 76-77; PRICE (1955), pp. 363 y 374; STAUTZ (1997), pp. 56-59 y 193; STAUTZ (1999), pp. 145-153.

A10: Astrolabio al-Naqqāš del Museo de Núremberg

ICN / International Instrument Checklist Number = #1099

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš</p> <p>Lugar: Zaragoza</p> <p>Fecha: 472H/1079-1080</p> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 11,5 cm</p> <p>Altura: 12,9 cm</p> <p>Espesor: 0,55 cm</p> <p>Peso = 415 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p>Inscripciones numéricas en notación <i>abjad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones numéricas en cifras occidentales: en <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>dorso</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe (en el <i>dorso</i>):</p> <p><i>En la ciudad de Zaragoza año 472 lo realizó Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 5 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Germanisches Nationalmuseum de Núremberg (nº inv. WI 353)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Su autor Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš no aparece identificado en ninguna fuente conocida hasta el momento. El término “*al-naqqāš*” quiere decir “el grabador” y aparece en algunos otros nombres de astrolabistas.¹⁰⁹

El astrolabio está realizado en latón y su *araña* presenta punteros muy sencillos, de forma geométrica. Sus *láminas* sirven un total de 11 latitudes (entre 21°30' y 41°30') de las que diez corresponden a ciudades andalusíes que llevan sus nombres rotulados en ellas, además de las de otros territorios del Islam con la misma latitud.¹¹⁰ Sólo dos *láminas* llevan grabadas las curvas

¹⁰⁹ MARÍN (1996), p. 274.

¹¹⁰ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

de las horas de oración y sólo en una de sus caras, las dedicadas a Sevilla y Alejandría



respectivamente. La primera fase constructiva de este astrolabio resulta, por tanto, peculiar pues los astrolabios andalusíes llevan mayoritariamente grabadas las curvas para las horas de oración en todas sus *láminas*. En una segunda fase se debieron grabar las curvas de oración de la *lámina* de Sevilla, rotulando los nombres de las oraciones, probablemente en periodo almohade o nazarí y en una tercera se grabaron, con evidente trazo impreciso las curvas de oración de la *lámina* de Alejandría con sus nombres grabados en una grafía contemporánea informal que invita a

considerarlas del s. XIX o XX. La presencia de los símbolos astronómicos del zodiaco grabados junto al nombre en árabe de cada uno de los signos, tanto en la eclíptica de la *araña* como en el calendario zodiacal del *dorso*, indican que hubo nuevas fases de retallado posteriores al periodo medieval.

El astrolabio presenta varias grafías. La original es cúfica con puntos diacríticos en algunas inscripciones y sin puntos en otras. Se identifica una segunda fase de inscripciones cúficas que son las correspondientes a los nombres de las horas de oración en la *lámina* de Sevilla, de otra mano y fecha posterior quizá medieval. Hay una tercera fase de inscripciones, esta vez latina occidental y quizá realizada en Italia, en época moderna o contemporánea, que incorpora los valores de las latitudes de las *láminas* con algunos errores (se indican más adelante en la descripción detallada de cada *lámina*), los nombres abreviados de los meses del año en el *dorso*, así como los símbolos astronómicos de los signos del zodiaco, tanto en el círculo de la eclíptica de la *araña*, como en la escala calendárica del *dorso*. La última fase sería la responsable del retallado de las horas de oración de la *lámina* de Alejandría con sus inscripciones en árabe contemporáneo.

2.- Aspectos decorativos


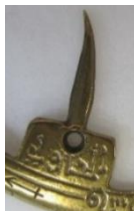
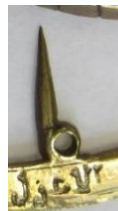




Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* tiene punteros geométricos en forma de punta recta o levemente curvada sobre base rectangular o circular con orificio central que quizá pudo alojar una incrustación de plata como la que se conserva en otros astrolabios. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica por su parte inferior.

Por debajo de la banda ecuatorial se ubica el único elemento decorativo de esta *araña*, un arco lobulado apuntado que se encuadra en el repertorio de elementos de referente

arquitectónico frecuente en los astrolabios taifas que remite visualmente a los arcos de la Aljafería de Zaragoza.

El *trono* tiene perfil triangular acampanado, con borde festoneado y dos orificios circulares a ambos lados del eje vertical que pudieron llevar incrustación de plata.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Puntero de base rectangular con dos orificios y punta levemente curvada	Puntero de base rectangular con un orificio y punta recta	Puntero simple de base circular con orificio central y punta recta
Adornos en la araña			
	Estructura decorativa inferior asimétrica con un adorno en forma de arco apuntado lobulado en el centro que cobija in puntero simple. Ambos lados se cierran con formas rectangulares rematadas por punteros simples.		Adorno en forma de arco lobulado apuntado sobre columnas.
Trono			 Asa en forma de Ω con dos perforaciones en los extremos
	Perfil triangular acampanado con borde festoneado y dos orificios simétricos respecto a la vertical		
		Sistema de sustentación	

3.- Descripción de las partes del astrolabio

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 115 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 5,8 mm de espesor y 7,7 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 168 gramos.

El fondo de la *madre*, de 100 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 33° con las características que se indican a continuación:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción añadida en numeración occidental
<p>مدينة السلام و دمشق و فاس و عسقلان العرض لج</p> <p><i>Madīnat al-Salām wa Damašq wa Fās wa 'Asqalān. Al-'arḍ 33</i></p> <p>La Ciudad de la Paz, Damasco , Fez y Ascalón. Latitud 33°</p> <p>[Nota: “Ciudad de la Paz” fue una de las acepciones de Bagdad en periodo abasí]</p>	33

Tiene grabadas 15 curvas almlicantares separadas de 6 en 6 grados y 40 curvas azimutales separadas de 9 en 9 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12) en notación *abyād* y también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana).

No cuenta con curvas de las horas de oración, algo infrecuente en los astrolabios andalusíes. Toda la grafía es cúfica sin puntos diacríticos.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es لتومان *al-tawmān* (los gemelos).

Con posterioridad se grabaron los símbolos astronómicos de los doce signos del zodiaco en el anillo zodiacal, es decir, ♈ (en Aries), ♊ (en Géminis), ♌ (en Leo), ♎ (en Libra),..., hasta ♋ (en Piscis). No está documentado el uso de estos símbolos en periodo medieval por lo que su grabación tuvo que ser posterior al siglo XV.


El anillo de los meses lleva inscripciones en grafía latina que corresponden a abreviaturas de algunos de los nombres de los meses como sigue: IA, FE, MAR, AP, MA, IV, LV, AV, SE, OC, NO, DE. Los nombres de los meses del año juliano en árabe son los habituales en los astrolabios andalusíes y en cuanto a las adiciones retalladas en los huecos que deja la grafía cúfica son abreviaturas de los nombres en latín, excepto la abreviatura del mes de Julio que debería ser “IV” y no “LV”. David King considera que LV es la abreviatura de “Luglio”, el nombre del mes en italiano y que estas inscripciones debieron realizarse en Italia quizá al mismo tiempo que la grabación de los símbolos astronómicos modernos de los signos del zodiaco y las latitudes de las láminas, en fecha muy posterior al periodo medieval.¹¹¹

¹¹¹ KING (1992d), p. 570.

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 16 de marzo.¹¹²

En el espacio interior se ubica la inscripción de autoría en la parte superior y el *cuadrado de sombras* en la inferior. Además se identifican las marcas de al menos dos anillos circulares con inscripciones numéricas en torno al centro del *dorso*. Podían corresponder a escalas calendáricas adicionales como las que tienen otros calendarios, previos a este, de periodo taifa (ver fichas A5, A6, A7 y A9)

La inscripción de autoría, dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>بمدينة سرقسطة سنة تعب صنعه احمد بن محمد النقاش</p> <p><i>En la ciudad de Zaragoza año 472 lo realizó</i></p> <p><i>Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš</i></p>	

En la parte central inferior está grabado un *cuadrado de sombras* de factura mediocre pues las dos escalas no son ortogonales. La escala vertical lleva la inscripción *الظل المنكوس* (*al-ẓil al-mankūs* = la sombra versa) y la horizontal *الظل المبسوط* (*al-ẓil al-mabsūt* = la sombra horizontal). Ambas están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de tres en tres (3, 6, 9, 12) en notación *abyād*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 99 mm, un grosor de 2,1 mm y pesa 45 gramos. Debió tener tres *mudīr* (pequeños pomos para ayudar a girar la *araña*), pues se conservan los orificios donde estaban insertados las más que probables esferas de plata. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco con sus nombres rotulados en árabe y se han incorporado en fecha posterior los símbolos astronómicos modernos de los signos del zodiaco como lo están en el *dorso*. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 23 punteros estelares de los cuales 12 están fuera del círculo de la eclíptica y 11 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):¹¹³

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹¹⁴	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	<p>بطن قيطوس</p> <p><i>batn qayṭūs</i> (vientre de ballena)</p>	Baten Kaitos	ζ Cet
2	<p>الخضيب</p> <p><i>al-jaḍīb</i> (la teñida)</p>	Caph	β Cas
3	<p>الدبران</p> <p><i>al-dabarān</i> (la que sigue)</p>	Aldebarán	α Tau

¹¹² Esta fecha del equinoccio correspondería al año 800, es decir más de dos siglos antes de la fecha indicada en la inscripción de autoría. Este es otro ejemplo más que confirma que no debe utilizarse la fecha del punto Aries para datar los astrolabios. Sobre este tema ver TURNER (2000), pp. 548-554.

¹¹³ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

¹¹⁴ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹¹⁴	Nombre actual de la estrella	Identificación
4	رجل الجوزا <i>riyl al-yawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
5	منكب الجوزا <i>mankib al-yawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
6	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
7	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
8	مقدم الذرا عان <i>muqadam al-ḡirā’an</i> (la delantera de los dos brazos)	Alfard	α Hya
9	قلب الاسد <i>qalb al-āsad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
10	بنات نعش <i>banāt na ‘š</i> (plañideras)	Alkaid	η UMa
11	الاعزل <i>al-a ‘zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
12	الرامح <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
13	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
14	عنق الحية <i>‘unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukalhai	α Ser
15	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
16	الحوي <i>al-ḥawī</i> (el encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
17	الواقع <i>al-wāqi’</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
18	الطائر <i>al-tā’ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
19	الدلفين <i>al-dulfin</i> (el delfín)	Deneb Dulfín	ε Del
20	ذنب الجدي <i>ḡanab al- yādī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
21	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
22	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
23	ذنب قيطوس <i>ḡanab qaytūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* conserva marcas de líneas en los punteros y en la banda de la eclíptica. En esta última se observan también una docena de huellas de un vaciado superficial del latón realizado con un instrumento de perfil cóncavo.

- *Láminas*: tiene cinco *láminas* grabadas por ambas caras. Todas son de latitud con una proyección estereográfica con 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 40 curvas azimutales separadas de 9 en 9 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado مغرب (*magrib*: occidente) وشرق (*mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abýad*) y también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La

línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana).

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción numérica añadida	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	مكة والطائف واليمامة وب و جدة العرض كال <i>Maka wa al Ṭā'if wa al Yamāma wa Ḍida, al- 'arḍ 21-30</i> Meca, Taif, Al-Yamama y Yeda, latitud 21°30'	21 [error de 30']	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 100 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 39 gr
	1b	مدينة الرسول و عله السلام عرضها كه <i>Madīnat al-rasūl 'alahu al-salām, 'arḍuḥa 25</i> La Ciudad del Enviado, sobre él la paz, su latitud 25° [Nota: La Ciudad del Enviado es Medina]	25	
2	2a	الاسكندرية و دمياط و سانور العرض لا <i>al-Iskandariya wa Dumyāt wa Sānūr, al- 'arḍ 31</i> Alejandría, Damietta y Sanur, latitud 31°	38 [importante error de 7°]	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 100 mm Espesor = 0,6 mm Peso = 36 gr
	2b	سبتة و صقلية و الموصل و رصافة العرض له <i>Sebtā wa Ṣiqilīya wa al-Mūṣul wa Ruṣāfa al- 'arḍ 35</i> Ceuta, Sicilia, Mosul y Rusafa, latitud 35°	35	
3	3a	ميورقة و حلب و انطاكية و البصرة العرض لد ل <i>Mayūrqa wa Ḥalab wa Aintākīya wa al-Baṣra al- 'arḍ 34-30</i> Mallorca, Alepo, Antioquía y Basora, latitud 34°30' [Nota: ninguna de estas ciudades tiene esa latitud]	34 [error de 30']	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 100 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 38 gr
	3b	اشبيلية و غرناطة و الانبار العرض لزل <i>Iṣbiliya wa Garnāta wa al-Anbār al- 'arḍ 37-30</i> Sevilla, Granada y al-Anbar, latitud 37°30' [Nota: aunque existe una región en Iraq llamada al-Anbar, su latitud es de 33°. El término al-Anbar podría referirse a una de las puertas documentadas de la Sevilla andalusí: Bāb 'Anbar]	37 [error de 30']	
4	4a	المرية و و سمرقند و حران و راس العين العرض لول <i>Al-Marīa wa Samarqanda wa Ḥarān wa Rās al 'Aīn, al- 'arḍ 36-30</i> Almería, Samarcanda, Harrán y Ras al Ain, latitud 36°30'	36 [error de 30']	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 100 mm Espesor = 0,6 mm Peso = 36 gr
	4b	بلنسية و بطليوس و ماردة العرض لطل <i>Balansīa wa Baṭalīws wa Mārida, al- 'arḍ 39-30</i> Valencia, Badajoz y Mérida ¹¹⁵ , latitud 39°30'	39 [error de 30']	
5	5a	قرطبة و جيان و جرجان و بلخ العرض لح ل <i>Qurtuba wa Ḍayān wa Ḍarḡān wa Balj, al- 'arḍ 38-30</i> Córdoba, Jaén, Gorgán y Balj, latitud 38°30'	38 [error de 30']	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 100 mm Espesor = 0,6 mm Peso = 37 gr
	5b	سرقسطة و شقة و قلعة ايوب العرض مال <i>Saraqṣṭa wa Waṣqa wa Qal'at Ayūb, al- 'arḍ 41-30</i> Zaragoza, Huesca y Calatayud, latitud 41°30'	41 [error de 30']	

¹¹⁵ David King lee "Mallorca" en lugar de "Mérida", pero es un error (ref. KING (2005d), p. 956).

Sólo tienen grabadas las horas de oración las *láminas* 2a (latitud 31°, Alejandría y otras ciudades) y la 3b (latitud 37°30', Sevilla y Granada). En el caso de la *lámina* 2a de Alejandría, las curvas que marcan las horas de oración están mal grabadas, con errores en su forma y cambios de dirección injustificados, marcadas en línea punteada y con inscripciones en una grafía contemporánea informal. Sin embargo la *lámina* 3b, la de Sevilla y Granada tiene bien grabadas las curvas de las horas de oración mediante líneas en espina de pez y las inscripciones presentan una caligrafía cúfica, de la habitual en los astrolabios andalusíes, pero de mano distinta a la que hizo las inscripciones originales. Los nombres que llevan rotulados sendas *láminas* son:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la <i>lámina</i> 2a	Posición en la <i>lámina</i> 2a	Inscripción en la <i>lámina</i> 3b	Posición en la <i>lámina</i> 3b
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino, tras la puesta del sol	شفق <i>šafaq</i>	Hora 2ª	-----	-----
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	-----	-----	-----	-----
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8ª	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	عصر <i>‘aṣr</i>	Hora 10ª	عصر <i>‘aṣr</i>	Hora 10ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	آخر العصر Final de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 11ª	-----	-----

En el caso de la *lámina* 2a (latitud 31°, Alejandría) sólo aparece una de las líneas crepusculinas, la vespertina, bajo el horizonte. En el lugar donde se suele ubicar la línea crepusculina de la mañana (hora 11ª) se ha grabado el final de la oración de la tarde, algo inhabitual en al-Andalus. Este hecho unido al uso de un tipo de letra poco caligráfica contemporánea e informal, permite concluir que las horas de oración de esta *lámina* 2a se han grabado en los siglos XIX o XX.

La *lámina* 3b (latitud 37°30', Sevilla y Granada) no tiene grabada ninguna de las líneas crepusculinas, sólo ofrece las relativas a las dos oraciones de la tarde, pero están bien grabadas y rotuladas aunque sin lugar a dudas incorporadas en un momento posterior a la construcción original del instrumento. Podría tratarse de una adición de periodo almohade o nazarí.

Sorprende el nivel de error de la *lámina* 3a, pues ninguna de las cuatro localidades que figuran en la inscripción tiene la latitud indicada, los 34°30'. Este alto nivel de error no se da ni en el resto de las *láminas* ni en los astrolabios andalusíes en general.

Tampoco han sido muy precisas las incorporaciones en las *láminas* de los valores de la latitud en numeración occidental. En la tabla se observan desviaciones de 30 minutos de grado de latitud en varias *láminas* y un error injustificable de 7 grados en la *lámina* 2a. Parece que quien grabara esta información no era muy competente en la lectura de la numeración *abʿyad*.

- *Trono*: tiene perfil triangular acampanado con borde festoneado y dos orificios y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 14 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 40°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* en forma de omega y una *anilla* circular.

- *Alidada*: tiene 115 mm de longitud, 6 mm de anchura y un quiebro central que la divide en dos segmentos. Tiene un peso de 12 gramos y sus dos pínulas, de dimensiones de 11 mm x 10 mm, están a 90 mm de distancia una de la otra.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 14 mm, un peso de 3 gramos y su cabeza tiene un diámetro de 8 mm. El *caballete* de 1 gramo de peso es una adición posterior.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

La única información sobre su procedencia la aporta David King que afirma que el astrolabio se compró en 1890 en un mercadillo de antigüedades de Roma.¹¹⁶

5.- Análisis metálico de las piezas del astrolabio

El astrolabio fue sometido a un análisis XRF (Fluorescencia por Rayos X) el 13 de julio de 2016 por el Institut für Kunsttechnik und Konservierung (IKK) de Nuremberg en colaboración con el Germanisches Nationalmuseum, con los resultados que a continuación se detallan.¹¹⁷ Merecen destacarse las diferencias en las aleaciones de las distintas partes aunque todas son latones con porcentajes de zinc compatibles con los procedimientos metalúrgicos medievales. La *madre* y el *trono* por el reverso tienen composiciones similares pues conforman una misma pieza, mientras que la cara frontal del *trono* es similar a la *corona* en composición porque se fabrican juntas mediante molde. Las piezas fundamentales, *madre*, *araña* y *láminas*, tienen composiciones muy similares con una proporción de cobre en torno al 78% y de zinc entre el 18% y el 19% con cantidades ínfimas de plomo o estaño, respondiendo a lo que podría ser un buen latón medieval. El *caballete* es de latón pero no medieval pues su porcentaje de zinc supera el 30% y la *alidada* no es siquiera de latón sino que está compuesta por hafnio (descubierto en 1923) y wolframio (descubierto a finales del s. XVIII). Se trata de adiciones contemporáneas.

Los resultados del análisis metálico en porcentaje de peso de cada metal medidos en cada parte del astrolabio son¹¹⁸:

Pieza	% Cu	% Zn	% Sn	% Pb	% Fe
Madre	78,1	19,6	2	0,2	0
Corona	84,9	13,4	0,4	0,2	0,2
Trono cara frontal	86,9	12,1	0,1	0,1	0,1
Trono reverso	78,5	19,4	1,9	0,2	0
Araña	79,8	17,7	1,9	0,2	0
Lámina 1 (Meca y Medina)	78,2	19,6	1,9	0,2	0
Lámina 2 (Alejandría y Ceuta)	78,1	19,5	2,1	0,2	0
Lámina 3 (Mallorca y Sevilla)	78	19,6	2,1	0,2	0

¹¹⁶ KING (1992d), p. 570.

¹¹⁷ Mi agradecimiento a Roland Schewe del Germanisches Nationalmuseum Nuremberg por facilitarme el informe completo de los análisis y por las interesantes conversaciones durante mi sesión de trabajo allí.

¹¹⁸ Sólo se indican los metales más importantes: Cu (cobre), Zn (zinc), Sn (estaño), Pb (plomo), Fe (hierro).


Lámina 4 (Almería y Valencia)	78	19,5	2,2	0,3	0
Lámina 5 (Córdoba y Zaragoza)	78,3	19,5	1,9	0,2	0
Clavo	80,5	18	0,1	1	0
Caballote	60	38	0	1,9	0
Alidada	No es de latón. Está compuesta por Hafnio (75%) y Wolframio (17%), metales industriales contemporáneos, con trazas de otros elementos				

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

BORRELLI (2008), p. 78; KING (1992a), pp. 376-377; KING (1992d), pp. 568-570; KING (2005d), p. 956; KING (2005f) p. 1006 (apartado 3.9); KUNITZSCH y DEKKER (1996), p. 658; MAIER (1996), p. 261; MAYER (1956), p. 37; PRICE (1955), pp. 363 y 374.

A11: Astrolabio de Guadalajara del M^o de H^a de la Ciencia de Oxford

ICN / International Instrument Checklist Number = #2527

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Muḥammad ibn Sa'īd al-Ṣabbān</p> <p>Lugar: Madīnat al Fara'y¹¹⁹ (Guadalajara)</p> <p>Fecha: 474H/1081-1082</p> <hr/> <p>Material: Latón y plata</p> <p>Diámetro: 13,6 cm</p> <p>Altura: 15,6 cm</p> <p>Espesor: 0,87 cm</p> <p>Peso: 860 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafías: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p>Inscripciones numéricas en notación árabe <i>ab'yad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el <i>dorso</i>):</p> <p style="text-align: center;"><i>De las obras que realizó con habilidad Muḥammad ibn Sa'īd al-Ṣabbān, en la ciudad de Madīnat al-Fara'y, que Dios la guarde, en el año 474 de la Hégira.</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 6 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 52473)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Su autor, Muḥammad ibn Sa'īd al-Ṣabbān al-Saraqustī nació en Zaragoza y estudió matemáticas en Egipto donde conoció el tratado de construcción de astrolabios de Jābir ibn Hayyān.

Se conservan dos astrolabios firmados por él, el que nos ocupa y uno que hizo ocho años antes y se conserva en el Bayerisches Nationalmuseum de Munich (ficha A9). Este astrolabista formó parte, junto a sus contemporáneos Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī y Ahmad ibn Muḥammad al-Naqqāš, de la gran generación de científicos andalusíes del s. XI.¹²⁰

El astrolabio está realizado en latón y su *dorso* presenta diferencias respecto al modelo andalusí, pues, si bien tiene un calendario zodiacal compuesto por dos anillos, el más externo con los signos del Zodiaco y el más interno con los meses del calendario juliano lleva intercalado entre ellos una escala con las 28 mansiones lunares. Adicionalmente se ha grabado un calendario

¹¹⁹ Nombre islámico inicial de la ciudad de Guadalajara desde el s. VIII.

¹²⁰ MADDISON (1957), p. 19.

lunar en torno al centro del dorso, otra peculiaridad de este astrolabio. El habitual *cuadrado de sombras* apenas tiene espacio para ubicarse en el cuadrante inferior derecho del espacio central de un *dorso* que es el más densamente inscrito de todos los estudiados de producción medieval en la península Ibérica. Tiene seis *láminas*, una de las cuales es astrológica con las casas celestes



para las latitudes de Zaragoza y Valencia. La *araña* presenta punteros geométricos e incorpora en su anillo de la eclíptica indicación de los tres planetas regentes de cada signo zodiacal. La presencia de información astrológica tanto en una *lámina*, como en el *dorso* y la *araña*, convierte a este astrolabio al más claramente orientado a uso astrológico de toda la producción andalusí.

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme. En el *dorso* y algunas *láminas* presenta

decoración caligráfica, algo poco habitual en los astrolabios andalusíes pero característica de este astrolabista que también la incluye en su otro astrolabio que nos ha llegado (ficha A9).

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña*, el *trono*, el *dorso* y algunas *láminas*. La *araña*, conserva los cuatro *mudīr*, los dos del eje vertical con incrustaciones semiesféricas de plata y los dos del eje horizontal de latón, troncocónico, con la superficie lateral estriada y mayor tamaño. En su círculo central, el correspondiente a la proyección del círculo polar ártico, el latón está recubierto por una fina capa que parece plata.

Los punteros tienen formas geométricas, muy horadadas, con bases dotadas de uno o dos orificios y puntas rectas o levemente curvadas. La banda equinoccial de la *araña* está fragmentada en seis segmentos y de la banda solsticial sólo se incluye dos fragmentos, uno entre el anillo central y el de la eclíptica por su parte inferior y otro, desde esa misma parte de la eclíptica y el *mudīr* inferior.










La banda ecuatorial aloja los elementos decorativos de esta *araña* y destaca por una buscada asimetría que no cuestiona su elegancia, con una discontinuidad en su centro que da cabida a un gran semicírculo que apoya sobre la banda exterior, el círculo de Capricornio. Remata a ambos lados por formas geométricas distintas: un semicírculo a la izquierda y un elemento decorativo tipo arco lobulado a la derecha que la historiografía considera “adorno tipo *mihrab*” aunque los *mihrabs* andalusíes que nos han llegado, realizados en fechas iguales o anteriores a la construcción de este astrolabio, no tienen estos perfiles.





El *trono* es de forma triangular con borde festoneado y seis orificios situados de forma

simétrica respecto al eje vertical: dos círculos grandes, dos pequeños y dos en forma de pera. Es muy similar al *trono* del otro astrolabio que nos ha llegado del mismo autor (ficha A9).

El *dorso* y algunas *láminas* presentan decoración caligráfica en algunas de sus inscripciones destacada mediante incisiones profundas en el grabado del metal. Esto no es frecuente en los astrolabios andalusíes y es un aspecto más que viene a corroborar lo peculiar de este astrolabio. El otro astrolabio que nos ha llegado del mismo autor (ficha A9) tiene algún adorno caligráfico pero discreto y sin resaltar en la incisión.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña				
	Puntero con cuatro orificios, dos en el eje vertical en forma de pera y dos circulares en el eje horizontal	Puntero con tres orificios, uno en el eje vertical en forma de pera y dos circulares en el eje horizontal	Puntero con tres orificios, uno circular y dos en el eje horizontal en forma de pera	Puntero con un orificio en forma de pera y punta recta
				
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial que es asimétrica y discontinua en el centro. Tiene dos adornos semicirculares, uno en el remate izquierdo de la banda y otro en el centro y un adorno en forma de arco mixtilíneo que remata el lado derecho de la banda.			
				
Adornos en la araña	Adorno en forma de semicírculo	Adorno en forma de semicírculo que provoca la discontinuidad de la banda ecuatorial. <i>Mudir</i> anclado al semicírculo mediante dos radios	Adorno en forma de arco apuntado mixtilíneo sobre apoyos diferentes: a la izquierda, columna, a la derecha pilar.	
Trono				
	Forma triangular, borde festoneado y seis orificios dispuestos tres a tres en forma simétrica respecto al eje vertical: dos grandes, dos pequeños y dos en forma de pera			

Dorso y láminas				
	Adornos caligráficos			

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 136 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 8,7 mm de espesor y 9,9 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión*, que son inseparables de la misma, es de 417 gramos.

El fondo de la *madre* de 117 mm de diámetro, tiene grabado un nomenclátor de ciudades con sus coordenadas geográficas distribuido en forma de círculos concéntricos. Este tipo de información, habitual en los astrolabios orientales, no lo es en los andalusíes y de hecho este es el único astrolabio andalusí que la incorpora.

- *Dorso*: es el que presenta más inscripciones de toda la producción medieval en la península Ibérica, tanto en al-Andalus como en los reinos cristianos. Tiene grabados 6 anillos completos, luego la inscripción de autoría desplegada circularmente y más al interior otro conjunto de 4 anillos que ocupan tres cuadrantes y dejan libre el cuarto para ubicar el *cuadrado de sombras*. Empezando por los 6 anillos completos, el más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes. Lo habitual es que los cuatro anillos siguientes conformen el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2, pero en este caso, se intercala una escala con las 28 mansiones lunares entre la escala zodiacal y la de los meses del calendario juliano. Esta inclusión de las mansiones lunares entre las escalas del calendario zodiacal se encuentra también un astrolabio realizado seis años después en Valencia (ficha A12). La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا *al-ŷaūzā* (el gigante) y todas las escalas circulares son concéntricas.

La inscripción de las 28 mansiones lunares es como sigue:

Nº	Nombre de la mansión en árabe grabado en el dorso y transliteración	Nº	Nombre de la mansión en árabe grabado en el dorso y transliteración	Nº	Nombre de la mansión en árabe grabado en el dorso y transliteración
1	نطح (<i>naṭḥ</i>)	11	زبرة (<i>zubra</i>)	21	بلدة (<i>balda</i>)
2	بطين (<i>buṭayn</i>)	12	صرفة (<i>ṣarfa</i>)	22	ذابح (<i>dābiḥ</i>)
3	ثرية (<i>turayyā</i>)	13	عوا (<i>‘awwā</i>)	23	بلع (<i>bula</i>)
4	دبران (<i>dabarān</i>)	14	سماك (<i>simāk</i>)	24	سعود (<i>su’ūd</i>)
5	ميسان (<i>maysān</i>)	15	غفر (<i>gafr</i>)	25	اخبية (<i>ajbiya</i>)
6	تحية (<i>taḥaya</i>)	16	زبانا (<i>zubānā</i>)	26	عزف (<i>‘azif</i>)
7	ذراع (<i>dirā</i>)	17	اكليل (<i>iklīl</i>)	27	فرغ (<i>farg</i>)

8	نثرة (<i>naṭra</i>)	18	قلب (<i>qalb</i>)	28	بطن (<i>baṭn</i>)
9	طرف (<i>ṭarf</i>)	19	شولة (<i>šawla</i>)		
10	جبهة (<i>yabha</i>)	20	نعائم (<i>na 'ā 'im</i>)		

La primera mansión corresponde al grado 0 de Aries.

También la escala del zodiaco es peculiar pues se ha añadido, junto a cada signo, la primera letra de los planetas que lo rigen. Estas inscripciones de los planetas, claramente astrológicas como son las mansiones lunares previamente indicadas, destacan el uso astrológico de este astrolabio.¹²¹ Las inscripciones son:

Nombre del signo en castellano	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción, nombre del planeta en árabe y traducción	Nombre del signo en castellano	Inscripción en el dorso, transliteración y traducción	Inscripción, nombre del planeta en árabe y traducción
Aries	الحمل <i>al-ḥamal</i> =el cordero	خ س خ = <i>al-mirṭj</i> (Marte) س = <i>al-šams</i> (Sol)	Libra	الميزان <i>al-mīzān</i> = la balanza	ة ر ة = <i>al-zuhara</i> (Venus) ر = <i>al-qamar</i> (Luna)
Tauro	الثور <i>al-ṭaur</i> = el toro	ة ر ة = <i>al-zuhara</i> (Venus) ر = <i>al-qamar</i> (Luna)	Escorpio	العقرب <i>al- 'aqrab</i> = el escorpión	خ خ = <i>al-mirṭj</i> (Marte)
Géminis	الجوزا <i>al-ḡaūzā</i> = el gigante	د د = <i>'uṭarid</i> (Mercurio)	Sagitario	القوس <i>al-qaūs</i> = el arco	ي ي = <i>al-muštārī</i> (Júpiter)
Cáncer	السرطان <i>al-saraṭān</i> = el cangrejo	ي ر ي = <i>al-muštārī</i> (Júpiter) ر = <i>al-qamar</i> (Luna)	Capricornio	الجدي <i>al-ḡadī</i> = la cabra	خ خ = <i>al-mirṭj</i> (Marte)
Leo	الأسد <i>al-āsad</i> = el león	س س = <i>al-šams</i> (Sol)	Acuario	الدلو <i>al-dalū</i> = la vasija	ل ل = <i>zuḥal</i> (Saturno)
Virgo	السنبلة <i>al-sunbula</i> = la espiga	د د = <i>'uṭarid</i> (Mercurio)	Piscis	الحوت <i>al-ḥūt</i> = la ballena	ي ي = <i>al-muštārī</i> (Júpiter) ة = <i>al-zuhara</i> (Venus)

En cuanto a la escala de los meses, llevan inscritos junto a cada nombre el número que indica el día de la semana en que comienza dicho mes: 1 (domingo), 2 (lunes), 3 (martes),.... 7 (sábado).¹²²

Las inscripciones son:

Nombre del mes en castellano	Inscripción en árabe y transliteración	Nombre del mes en castellano	Inscripción en árabe y transliteración
Enero	يناير ١ (<i>yanāir 1</i>)	Julio	يوليه ٧ (<i>yūlīa 7</i>)
Febrero	فبراير ٢ (<i>fibrair 4</i>)	Agosto	اغست ٣ (<i>agusta 3</i>)
Marzo	مارس ٣ (<i>mārs 4</i>)	Septiembre	سنتبر ٦ (<i>sitanbar 6</i>)


¹²¹ Sobre las mansiones lunares, la presencia de los planetas regentes de los signos del zodiaco en los astrolabios y otros aspectos de la astrología, ver: ACKERMAN (2005), pp. 74-79; ACKERMAN (2004), pp. 134-164 y NORTH (1986).

¹²² SAMSÓ (2004b), p. 275. Este tipo de diagrama, que permite calcular el día de la semana en la que empieza cada mes del año, está recogido en el último capítulo del Tratado del Astrolabio de Abū-l-Qāsim ibn al-Šaffār (m. 1035) y nos ha llegado en sus traducciones al latín realizadas en el s. XII por Plato de Tívoli y Juan de Sevilla.

Abril	أبريل ز (abril 7)	Octubre	أكتوبر ج (uktūbar 3)
Mayo	ماية ب (māya 2)	Noviembre	نوبير د (nūbabar 4)
Junio	يونية ه (yūnīa 5)	Diciembre	دجنبر و (diġanbar 6)

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 15 de marzo.

A continuación se ubica en posición semicircular la inscripción de autoría que dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>مما أحكم صنعتة محمد بن سعيد الصبان في مدينة الفرج حرسها الله في سنة تعد الهجرية</p> <p><i>Con habilidad lo realizó Muḥammad ibn Saʿīd al-Ṣabbān en Madīnat al-Faraġ, guárdela Dios, en el año 474 de la Hégira</i></p>	

El primer nombre islámico que tuvo la ciudad de Guadalajara fue Madīnat al Faraġ, para después ser más conocida por Wād al-Ḥaġara (وَادِ الْحَجَرَة), que quiere decir “Valle del Hayara”, que es el nombre islámico del río Henares, junto al que estaba asentada la ciudad. De ese término derivó “Guadalajara” que es como se conoció a la ciudad tras su conquista por Alfonso VI en 1085.¹²³ Teniendo en cuenta que la fecha que se indica en el astrolabio corresponde a los años 1081-1082, esta ciudad fronteriza se encontraba ya a punto de pasar a manos cristianas.¹²⁴

En torno al centro del *dorso* hay otro conjunto de 4 anillos que configuran un calendario lunar islámico y además perpetuo, siendo de nuevo el único astrolabio andalusí que incorpora este tipo de información:

- El anillo más exterior está dividido en 16 partes que cubre una serie numérica del 30 al 480, de 30 en 30 (es decir, 30, 60, 90,450, 480), seguida de otra escala, identificada como de los “meses” (شهور), dividida en 12 partes donde se alternan los valores 30 y 29 que se corresponden con la duración de cada uno de los doce meses del año lunar islámico
- El siguiente anillo tiene grabada una escala donde se alternan números del 1 al 7 que se corresponden con los siete días de la semana debajo de cada una de las 16 partes de la serie numérica. A continuación, y debajo de las duraciones de los 12 meses lunares están sus nombres, el primero *Muharram* (المحرم) está inscrito completo y el resto sólo su primera letra.
- El tercer anillo es una escala numérica del 1 al 30 que puede representar el ciclo de 30 años del calendario lunar.

¹²³ CHAVARRÍA (2007), pp. 94-97. Durante los s. IX y X el único topónimo mencionado en las fuentes islámicas es Madīnat al Faraġ pero, en el s. XI, convive ese nombre, referido al núcleo amurallado, con el de una barriada cercana al río que se llamaba Wādī l-Ḥiyāra.

¹²⁴ Guadalajara y sus alrededores formaban parte de la Marca Media de al-Andalus. Era una zona militar y defensiva. Un estudio sobre esta zona geográfica desde la conquista de al-Andalus en el s. VIII hasta la conquista por Alfonso VI en 1085 en HERRERA CASADO (1985), pp. 9-26.

- El cuarto y último anillo, el más interior, tiene de nuevo los números del 1 al 7 que identifican los días de la semana en que empieza cada uno de los 30 años del anillo anterior. Estos dos últimos anillos configuran, por tanto un calendario perpetuo pero lunar.

En el único espacio disponible entre los dos conjuntos de anillos, en el cuadrante inferior derecho, se ubica el *cuadrado de sombras*. La línea vertical lleva la inscripción منكوس (*mankūs* = versa) y la horizontal مبسوط (*mabsūt* = recta). Ambas están graduadas en 12 partes iguales rotuladas de dos en dos (2, 4, 6...12) en notación *abyād* y subdivididas de uno en uno.

- *Araña*: tiene un diámetro de 117 mm, un grosor de 1,5 mm y pesa 56 gramos. Tiene cuatro pequeños pomos (*mudīr*) que facilitan el giro de la *araña*, dos más pequeños, en el eje vertical, que conservan su incrustación de plata y dos más grandes, en el eje horizontal, que son de latón. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco, cada uno de ellos dividido en tres partes de 10° cada una y subdividida en dos partes de 5°. Las letras grabadas en cada una de las tres partes de cada signo corresponden a las iniciales en árabe de los nombres de los tres planetas que rigen cada signo zodiacal.¹²⁵ De nuevo una característica destinada al uso astrológico del astrolabio.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal siendo más estrecha en los dos segmentos exteriores a la eclíptica. En cuanto a la banda solsticial incluye dos fragmentos, uno entre el anillo central y el de la eclíptica por su parte inferior y otro, desde esa misma parte de la eclíptica y el *mudīr* inferior.

Presenta un total de 27 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica y 14 dentro, de los cuales uno (nº 27) se ha perdido totalmente pero queda la inscripción y otro está roto (nº 20). La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):¹²⁶

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹²⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	خضيب <i>jaḍīb</i> (teñida)	Caph	β Cas
3	غول <i>gūl</i> (ogro)	Algol	β Per
4	دبران <i>dabarān</i> (que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	عيوق <i>‘ayyūq</i> (cabrilla)	Capella	α Aur
6	رجل الجوزا <i>riṭl al-ṡawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
7	منكب الجوزا <i>mankib al-ṡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori

¹²⁵ Información sobre la figura astrológica de los tres *decanos* en los que se divide cada signo del zodiaco y los planetas que los rigen en ACKERMAN (2005), p. 80.

¹²⁶ Para significado de “Ascensión recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos”.

¹²⁷ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹²⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
8	العبور <i>al- 'abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumaysā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	المنير من الشجاع <i>al-munīr min al- šu'yā'</i> (la brillante en la hidra)	Minchar	σ Hya
11	ركبة <i>rakba</i> (rodilla)	Tania Australis	μ UMa
12	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
13	جناح <i>ġanāḥ</i> (ala)	Gienah Corvi	γ Crv
14	بنات نعش <i>banāt na 'š</i> (plañideras)	Alkaid	η UMa
15	الاعزل <i>al-a 'zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
16	الرامي <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
17	فكة <i>fakka</i> (anillo roto)	Alphecca	α CrB
18	الحية <i>al-ḥaya</i> (la serpiente)	Unukalhai	α Ser
19	قلب العقرب <i>qalb al- 'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
20	الحوي <i>al-ḥawī</i> (el encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
21	واقع <i>wāqi'</i> (que cae)	Vega	α Lyr
22	الطائر <i>al-tā 'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
23	الدلفين <i>al-dulfin</i> (el delfín)	Deneb Dulfín	ϵ Del
24	ذنب الجدي <i>ḡanab al- ġadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
25	ردف <i>ridf</i> (rabadilla)	Deneb	α Cyg
26	فرس <i>faras</i> (caballo)	Scheat	β Peg
27	ذنب قيطوس <i>ḡanab qaytūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* muestra muchas marcas de los diámetros, los círculos estructurales y los perfiles de los elementos decorativos. Los dos *mudīr* que conservan la incrustación de plata permiten ver por el reverso el eje central de cobre mientras que los dos *mudīr* que son de latón tienen el eje central incrustado del mismo material, de latón. Se observan también las marcas de tres soldaduras contemporáneas, todas en las finas varas de conexión entre la banda ecuatorial y el anillo de la eclíptica.

- *Láminas*: tiene seis *láminas* grabadas por ambas caras, de las cuales cinco son de latitud y la sexta es astrológica para uso en Valencia y Zaragoza. Las cinco *láminas* de latitud tienen grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo

de la curva de horizonte tienen grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abýad*). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). Todas ellas llevan grabadas las dos líneas crepusculinas, mediante líneas continuas, correspondientes a las oraciones posterior y anterior a la salida del sol como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	الشفق <i>al-šafaq</i>	Almicantar nº 3 (lado izquierdo) correspondiente a 18°. Línea crepusculina
الفجر <i>al-faýr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	الفجر <i>al-faýr</i>	Almicantar nº 3 (lado derecho) correspondiente a 18°. Línea crepusculina

Adicionalmente la lámina 3b correspondiente a Granada tiene duplicadas estas líneas crepusculinas pues se han regrabado en sus posiciones bajo la curva de horizonte, es decir en la hora 2ª (*al-šafaq*) y en la hora 11ª (*al-faýr*). El resto de las horas de oración no están grabadas, lo cual es también infrecuente en los astrolabios andalusíes, excepto, esta vez en la lámina 3a correspondiente a Almería que las tiene grabadas, con una grafía distinta, como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	عصر <i>‘aṣr</i>	Hora 10ª

Estos datos parecen indicar un uso islámico posterior de este astrolabio, quizá en el sur de al-Andalus tras la conquista de Guadalajara, en el que se añadieron estas horas de oración.

La sexta lámina, para uso astrológico, presenta por ambas caras la estructura habitual de las doce casas celestes, divididas cada una en tres partes con sus valores numéricos en notación *abýad* y alfabética.

Las inscripciones en cada lámina y las dimensiones de las mismas son las siguientes:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	مكة اليمامة الطائف جودة لعرض كام <i>Maka, al-Yamāma, al-Ṭāif, Ŷūda li-‘arḍ 21-40</i> Meca, Al-Yamama, Taif, Yeda, para una latitud de 21°40’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 117 mm Espesor = 1 mm Peso = 58 gr
	1b	مصر كرممان مدين المدينة لعرض ل <i>Misr, Karmān, Madayn, al-madīna li-‘arḍ 30</i> Cairo, Kermán, Madayn la ciudad, para una latitud de 30°	
2	2a	الاسكندرية الكوفة البصرة دمياط سانور لعرض لال <i>al-Iskandariya, al-Kūfa, al-Baṣra, Dumyā., Sānūr, li-‘arḍ 31-30</i> Alejandría, Kufa, Basora, Damietta, Sanur, para una latitud de 31° 30’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
	2b	بغداد فاس دمشق عسقلان إفريقية تونس لعرض لج ي <i>Bagdād, Fās, Damašq ‘Asqalān, Ifriqiya, Tūnis li-‘arḍ 33-10</i> Bagdad, Fez, Damasco, Ascalón, Ifriqiya Túnez, para una latitud de 33° 10’.	Diámetro= 117 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 51 gr
3	3a	المرية سمرقند راس العين حران طرسوس المصيصة الرقة همدان لعرض لول <i>Al-Marīa, Samarqanda, Rās al- ‘Aīn, Ḥarān, Tarsūs, al-Maṣiṣa, al-Raqa, Hamadān, li-‘arḍ 36-30</i> Almería, Samarcanda, Ras al Ain (Marruecos), Harrán, Tarso, Mopsuestia (Turquía), Raqa, Hamadán, para una latitud de 36°30’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	3b	غرناطة مالقة سردانية اذربيجان نيسابور الانبار بخاري الرها لعرض لزل <i>Garnāta, Mālaqa, Sardāniya, Aḍarbayyān, Nīṣābur, al-Anbār Bujāray, al-Ruhā li-‘arḍ 37-30</i> Granada, Málaga, Cerdeña, Azerbayán, Nishapur, Ambar (Irak), Bujara, Roha (Edesa), para una latitud de 37°30’	Diámetro= 117 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 63 gr
4	4a	قرطبة اشبيلية مرسية يابسة حمص لعرض لج ل <i>Qurtuba, Iṣbiliya, Mursīa, Yībīsa, Ḥimṣ, li-‘arḍ 38-30</i> Córdoba, Sevilla, Murcia, Ibiza, Homs, para una latitud de 38°30’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	4b	بلنسية بطليوس دانية ملطية لعرض لطل <i>Balansīa, Baṭaliyūs, Dānya, Malaḫīa li-‘arḍ 39-30</i> Valencia, Badajoz, Denia, Malatya (Turquía), para una latitud de 39°30’	Diámetro= 117 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 62 gr
5	5a	طليطلة شنترين لعرض م <i>Tulaṭila, Šantarīn li-‘arḍ 40</i> Toledo, Santarém, para una latitud de 40°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	5b	سرقسطة طرطوسة رومية الكبر العرض مال <i>Saraqusta, Turtūsa, Rūmiya al-kubr, al-‘arḍ 41-30</i> Zaragoza, Tortosa, Roma la Grande, la latitud 41° 30’	Diámetro= 117 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 61 gr
6	6a	مطرح ساعات الكواكب لعرض سرقسطة <i>Maṭariḥ šu’ā’āt al-kawākat li-‘arḍ Saraqusta</i> Proyección de los rayos de los astros para la latitud de Zaragoza	Astrológica de proyección de rayos por ambas caras
	6b	مطرح ساعات الكواكب لعرض بلنسية <i>Maṭariḥ šu’ā’āt al-kawākat li-‘arḍ Balansīa</i> Proyección de los rayos de los astros para la latitud de Valencia	Diámetro= 117 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 55 gr

Las cinco láminas de latitud tienen características físicas (tamaño y peso) semejantes y cubren latitudes de al-Andalus, como es de esperar, pero también de lugares que eran referentes para todo el mundo islámico como Meca, Medina, Cairo, Bagdad o Damasco. La presencia de otras ciudades islámicas menos notables, acompañando a las principales, puede deberse a su presencia en los libros que proporcionaban las coordenadas geográficas o a intereses particulares del comitente del astrolabio. Debe resaltarse la presencia en la lámina 5b del nombre de la ciudad de Roma, compartiendo inscripción con Zaragoza y Tortosa, todas de latitud similar. Esta inclusión de Roma no parece justificable desde el punto de vista religioso pero puede deberse a dos razones: el vínculo con el mundo clásico que tuvo la cultura andalusí o la asimilación de Roma con Constantinopla, ciudad relevante en el s. XI y con la que al-Andalus mantuvo

relaciones diplomáticas, comerciales y artísticas. Sólo hay otros dos astrolabios andalusíes que incorporan Roma entre las ciudades inscritas en sus *láminas*, ambos de periodo taifa (A8 y A12).

La *lámina* 5a que sirve la latitud de Toledo presenta una grafía distinta a las demás, con letras de mayor tamaño y decoradas. Estos adornos caligráficos no son habituales en los astrolabios andalusíes y sólo están presentes, de modo más discreto en el otro astrolabio que nos ha llegado de este autor (ficha A9).

Destaca la presencia de una *lámina* dedicada por ambas caras a usos astrológicos, construida según el método de la proyección de los rayos, para las latitudes de Zaragoza y Valencia respectivamente.¹²⁸

- *Trono*: tiene perfil triangular y cuatro grandes orificios perforados. Forma una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 20 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 45°.
- *Sistema de suspensión*: consta del *asa* fijada al *trono* y la *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 133 mm de longitud, 9,6 mm de anchura en los brazos y un peso de 30 gramos. No presenta ningún quiebro y sus dos pínulas, de dimensiones de 14 mm x 13 mm, están a 93 mm de distancia una de la otra y tienen su orificio circular para realizar la alineación visual.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 23 mm y un peso de 5 gramos y su cabeza presenta unas líneas incisas en forma radial. El *caballete* pesa 2 gramos y parece una adición posterior.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue donado al museo por J.A. Billmeir en 1957 que lo había comprado en 1955 al anticuario francés Nicolás Landau.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

CASULLERAS (2008-2009), p. 256; KING (1995), p. 386 Fig. 4b y 389; KING (2005d), p. 955; KING (2005f), p. 1006 (apartado 3.7.b); MADDISON (1957), pp. 18-19; MAYER (1956), pp. 76-77; STAUTZ (1997), pp. 56-59 y 194.

Catálogos online:

Museum of the History of Science “Ficha del astrolabio de Muḥammad ibn Sa’īd al-Ṣabbān. N° inventario 52473”

http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=150.html] (última consulta 14/05/2016).

¹²⁸ CASULLERAS (2008-2009), p. 256; Sobre el método de proyección de rayos ver CASULLERAS y HOGENDIJK (2012), pp. 62-79 y SAMSÓ y BERRANI (1999), pp. 302-306.

A12: Astrolabio de Ibrāhīm ibn al-Sahlī del Museo de Kassel

ICN / International Instrument Checklist Number = #121

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Ibrāhīm ibn al-Sahlī</p> <p>Lugar: Valencia</p> <p>Fecha: Final de 478H/1086</p> <hr/> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 15,9 cm</p> <p>Altura: 17,3 cm</p> <p>Espesor: 1,37 cm</p> <p>Peso = 1442 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p>Inscripciones numéricas en notación <i>abjad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones numéricas en números romanos: en <i>madre</i> y <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe (en el dorso): <i>Al final del año 478, lo realizó Ibrahīm ibn al-Sahlī en Valencia</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 9 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Kassel Naturwissenschaftliche-Technische Sammlung Orangerie (n°inv.A38)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Hay dudas sobre la identidad de su autor, Ibrāhīm ibn al-Sahlī. En 1956, Mayer lo consideró la misma persona que Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī uno de los más importantes astrolabistas andalusíes y del que nos han llegado tres astrolabios (fichas A6, A7 y A8).¹²⁹ Sin embargo, expertos de la talla de David King, Mercé Viladrich, o Sharon Gibbs y George Saliba no los consideran la misma persona aunque sí del mismo lugar de origen, miembros ambos del foco astrolabista valenciano generado al vislumbrarse la caída de Toledo en manos cristianas.¹³⁰

¹²⁹ MAYER (1956), pp. 50-52.

¹³⁰ VILADRIC (1992), p. 61.

El astrolabio está realizado en latón y su *araña* presenta punteros geométricos así como dos adornos en forma de arco apuntado lobulado. Es muy similar en forma, no en tamaño ni en calidad de la manufactura, a la de un astrolabio con grafía latina y posiblemente realizado entre los siglos XII y XIV (ficha C6).



Su *dorso* presenta diferencias respecto al modelo andalusí, pues, si bien tiene un calendario zodiacal compuesto por dos anillos, el más externo con los signos del Zodíaco y el más interno con los meses del calendario juliano, lleva intercalado entre ellos una escala con las 28 mansiones lunares, algo sólo presente en otro astrolabio (ver A11). Además, en la parte central del *dorso* se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*.

Esta ordenación del espacio central del *dorso* es idéntica a la que tiene el astrolabio que hizo en Toledo en 1029 el astrolabista cordobés Muḥammad ibn al-Šaffār y aparece también en dos astrolabios de periodo taifa y en tres de periodo nazarí.¹³¹

Tiene un total de nueve *láminas*, de las que ocho son del tipo habitual de proyección estereográfica y sirven un total de 17 latitudes (entre 0° y 72°) de las que seis corresponden a ciudades andalusíes que llevan sus nombres rotulados en ellas.¹³² La novena *lámina* es para usos astrológicos, construida según el método de la proyección de los rayos para las latitudes de Córdoba por una cara y Zaragoza por la otra.¹³³ Todas las *láminas* cuentan con dos lengüetas para ajustarse a la *madre*, una en la parte superior y otra en la inferior, mientras que lo habitual es que sólo tenga una. Es el único astrolabio andalusí con esta peculiaridad.

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme. Tanto el fondo de la *madre* como las *láminas* llevan un añadido con el valor de la latitud en numeración romana, con algunos errores. Esto es una clara adición posterior, posiblemente de periodo medieval.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* es casi simétrica respecto al eje vertical, como es habitual en los diseños andalusíes, pero con algunas diferencias. Los punteros presentan diversas formas y tamaños pero mayoritariamente son geométricos. Los hay también en forma de pera con orificio central y otros simplemente son puntas rectas apoyadas directamente en la estructura.

¹³¹ Ver fichas A4, A5, A13, A27, A28 y A29.

¹³² En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.


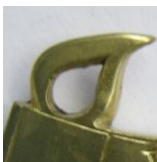
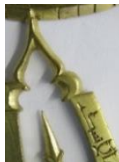




¹³³ Sobre el método de proyección de rayos ver CASULLERAS y HOGENDIJK (2012), pp. 62-79 y SAMSÓ y BERRANI (1999), pp. 302-306.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y de la banda solsticial sólo se incluye un pequeño fragmento entre el anillo central y el de la eclíptica por su parte inferior.

En la parte inferior se encuentra la estructura decorativa formada por la banda ecuatorial que destaca por su ligera asimetría y aloja los elementos decorativos de esta *araña* en forma de dos arcos apuntados lobulados similares, aunque no idénticos. Este tipo de adorno se encuadra en el repertorio de elementos de referente arquitectónico frecuente en los astrolabios taifas. La historiografía los considera “adornos tipo *mihrab*” aunque los *mihrabs* andalusíes que nos han llegado no tienen estos perfiles. Se trata más de estructuras decorativas que se encuentran en entornos palaciegos andalusíes como la Aljafería de Zaragoza.

El *trono* es de perfil triangular con borde festoneado y no presenta decoración. Lleva superpuesta una pieza frontal con un adorno que recuerda un lazo y está formado por un rectángulo con orificio cuadrado flanqueado por dos elementos en forma de pera. Esta pieza frontal pudo ser una adición posterior, necesaria para cerrar el corte realizado en la *corona* asociado a la provisión del orificio de superior de sujeción de las *láminas*.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña				
	Punta levemente curvada sobre base lobulada con un orificio que apoya sobre un cuadrado	Puntero en forma de pera con perforación central	Puntero en forma de arco apuntado lobulado apoyado en pilar con la inscripción del nombre de la estrella	Puntero en forma de punta recta
Adornos en la araña				
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial. Es asimétrica con remate en forma de pilar en el lado izquierdo y dos adornos en forma de arco apuntado lobulado, uno en el centro y el otro rematando el lado derecho.			Elemento decorativo en forma de arco apuntado bilobulado sobre columnas y que aloja un puntero.
Trono				
	Forma triangular y borde festoneado. Pieza frontal superpuesta con un adorno que recuerda a un lazo			

3.- Descripción de las partes del astrolabio

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 159 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 13,7 mm de espesor y 11,1 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El habitual orificio cuadrado para alojar las lengüetas de las *láminas* e impedir su rotación cuando se usa el astrolabio, está duplicado, uno arriba y otro abajo, una característica que sólo presenta este astrolabio. En un análisis visual, todo parece indicar que el orificio inferior fue el original y que el superior se abrió en algún momento de la vida del astrolabio, rompiendo la *corona* y quizá forzando la adición de la pequeña pieza frontal que tiene el *trono*, a modo de cierre del hueco abierto en la *corona* y para mantener la continuidad de la escala en grados.

El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 498 gramos.

El fondo de la *madre*, de 132 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 72° con las características que se indican a continuación:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción añadida en numeración romana
عرض عب 'arḍ 72 (Latitud 72°)	LXXII

Esta *lámina* no está pensada para su utilización pues la latitud 72°N, próxima al Polo Norte, corresponde a territorios no conocidos en la Edad Media y, por tanto, es una *lámina* para uso matemático y astronómico. Tiene grabadas 15 curvas almicerantes separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En torno a las curvas de coordenadas indicadas, lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12) en notación *abýad*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana).

No cuenta con curvas de las horas de oración, algo habitual en este tipo de *láminas* de uso matemático y astronómico.

- *Dorso*: tiene grabados 8 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es لتومان *al-tawmān* (los gemelos). De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 13 de marzo.

Este calendario zodiacal presenta una peculiaridad y es que entre las dos escalas con los signos del zodiaco y las de los meses del calendario juliano se ha intercalado la representación de las 28 mansiones lunares mediante dos anillos, uno con sus nombres y otro con una representación gráfica de las estrellas de la constelación que se ubica en cada una de las casas. Esta inclusión de las mansiones lunares entre las escalas del calendario zodiacal se encuentra también en el astrolabio hecho en Guadalajara seis años antes (ficha A11). Los nombres rotulados de las mansiones lunares son:

Nº	Nombre de la mansión en árabe grabado en el dorso y transliteración	Nº	Nombre de la mansión en árabe grabado en el dorso y transliteración	Nº	Nombre de la mansión en árabe grabado en el dorso y transliteración
1	النطح (<i>al-naṭḥ</i>)	11	الزبرة (<i>al-zubra</i>)	21	البلدة (<i>al-balda</i>)
2	اليطين (<i>al-buṭayn</i>)	12	الصفرة (<i>al-ṣarfa</i>)	22	سعد الذابح (<i>sa'd al-dābiḥ</i>)
3	الثرية (<i>al-turayyā'</i>)	13	العوا (<i>al-'awwā'</i>)	23	سعد بلع (<i>sa'd bula'</i>)
4	الدبران (<i>al-dabarān</i>)	14	السمك (<i>al-simāk</i>)	24	سعد السعود (<i>sa'd al-su'ūd</i>)
5	الهقعة (<i>al-haq'a</i>)	15	الغفر (<i>al-gafr</i>)	25	سعد الاخبية (<i>sa'd al-ajbiya</i>)
6	الهنعة (<i>al-han'a</i>)	16	الزبان (<i>al-zubānā</i>)	26	الفرغ المقدم (<i>al-farg al-muqaddam</i>)
7	الذراع (<i>al-ḍirā'</i>)	17	الاكليل (<i>al-iklīl</i>)	27	الفرغ الموخر (<i>al-farg al-mū'ajjar</i>)
8	النثرة (<i>al-naṭra</i>)	18	القلب (<i>al-qalb</i>)	28	بطن الحوت (<i>baṭn al-ḥūt</i>)
9	الطرف (<i>al-ṭarf</i>)	19	الشولة (<i>al-šawla</i>)		
10	الجبهة (<i>al-ḡabha</i>)	20	النعائم (<i>al-na'ā'im</i>)		

Y el octavo círculo y más interior, indica el día de la semana en que empieza cada uno de los 12 meses del calendario juliano. El día está indicado mediante un número del 1 al 7 en notación *ab'yad*, de modo que el nº 1 corresponde al domingo y el 7 al sábado. La asignación es como sigue: Enero [1:domingo], Febrero [4: miércoles], Marzo [4], Abril [7], Mayo [2], Junio [5], Julio [7], Agosto [3], Septiembre [6], Octubre [3], Noviembre [4], Diciembre [6: viernes].¹³⁴

En la parte central del *dorso* se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* se repite de forma idéntica en el astrolabio califal hecho por ibn al-Ṣaffār en Toledo en 1029, en dos taifas y en tres de periodo nazarí.¹³⁵

La inscripción de autoría, dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>في اخر سنة تعص صنعة ابراهيم بن السهلي في بلنسية</p> <p><i>Al final del año 478, lo realizó Ibrahīm ibn al-Sahlī en Valencia</i></p>	

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las dos líneas verticales llevan la misma inscripción *الظل المنكوس* (*al-ẓil al-mankūs* = la sombra versa) y la única inscripción horizontal *الظل المبسوط* (*al-ẓil al-mabsūt* = la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, con

¹³⁴ SAMSÓ (2004b), p. 275. Este tipo de relación, que permite calcular el día de la semana en la que empieza cada mes del año, está recogido en el último capítulo del Tratado del Astrolabio de Abū-l-Qāsim ibn al-Ṣaffār (m. 1035) y nos ha llegado en sus traducciones al latín realizadas en el s. XII por Plato de Tívoli y Juan de Sevilla.

¹³⁵ Ver fichas A4, A5, A13, A27, A28 y A29.

sus valores numéricos rotulados de tres en tres (3, 6, 9, 12) en notación *abyād*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 131,5 mm, un grosor de 2,7 mm y pesa 57 gramos. Conserva un *mudīr* (pequeño pomo para ayudar a girar la *araña*) en su parte superior y están las marcas de tres orificios circulares, hoy cegados, que pudieron serlo también, situados en las zonas inferior, derecha e izquierda. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco con sus nombres rotulados en árabe, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° cada una sin rotulación numérica. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 26 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica y 13 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta).¹³⁶

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹³⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	الخصيب <i>al-jaḍīb</i> (la teñida)	Caph	β Cas
3	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
4	العبيق <i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
5	رجل الجوزا <i>riṭl al-ṡawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
6	منكب الجوزا <i>mankib al-ṡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
7	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
8	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
9	منير الشجاع <i>munīr al- ṡuṡā</i> (la luminosidad de la hidra)	Minchar	σ Hya
10	الركبة <i>al-rakba</i> (la rodilla)	Tania Australis	μ UMa
11	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
12	بنات نعش <i>banāt na ‘š</i> (plañideras)	Alkaid	η UMa
13	جناح الغراب <i>ṡanāḥ al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
14	الاعزل <i>al-a ‘zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
15	الرامح <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
16	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
17	الحية <i>al-ḥaya</i> (la serpiente)	Unukalhai	α Ser

¹³⁶ Para significado de “Ascensión recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos”

¹³⁷ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹³⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
18	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
19	الحواء <i>al-ḥawā’</i> (el encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
20	الواقع <i>al-wāqi’</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
21	الطائر <i>al-tā’ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
22	الدلفين <i>al-dulfin</i> (el delfín)	Deneb Dulfín	ϵ Del
23	ذنب الجدي <i>ḡanab al- ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
24	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
25	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
26	ذنب قيطوس <i>ḡanab qaytūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* conserva marcas de líneas y arcos en las bandas tanto las rectas como las circulares, así como en los adornos. Conserva la marca del centro de la circunferencia de la eclíptica en el extremo del puntero de la estrella Vega.

- *Láminas*: tiene nueve *láminas* de las que una es astrológica y las otras ocho de latitud que contienen su correspondiente proyección estereográfica con 15 curvas almicanteres separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado مغرب (*magrib*: occidente) و مشرق (*mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abḡad*). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana).

En fecha posterior, posiblemente medieval, se ha añadido, en la parte inferior de cada *lámina*, el valor de la latitud en números romanos aunque con errores respecto al indicado en árabe.

Las ocho *láminas* de latitud tienen grabadas las horas de oración con línea continua. La línea crepusculina, correspondiente a la primera y la última de las oraciones, aparece sobre el horizonte (+18°), algo frecuente en los astrolabios andalusíes de los periodos califal y taifa, porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio del cordobés Ibn al-Samḡ (m. 1035).¹³⁸

Las inscripciones y posiciones se recogen en la siguiente tabla:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Almicantar nº 3 (lado izquierdo) correspondiente a 18°. Línea crepusculina
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-fayr</i>	Almicantar nº 3 (lado derecho) correspondiente a 18°. Línea crepusculina

¹³⁸ VILADRIKH (1986), p. 57.

الظهر <i>al-ẓuhr</i> : Tras el mediodía	صلاة الظهر Rezo de <i>al-ẓuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	أول العصر Inicio de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 10ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	آخر العصر Final de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 11ª

La siguiente tabla recoge los datos de las nueve láminas, su tipología, sus inscripciones y sus dimensiones:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción añadida en nºs romanos	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	ما تحت معدل النهار جزيرة سرنديب و جزيرة الياقوت و الجوهر العرض • يب <i>Ma taḥat m'īadal al-nahār ḡazīra Serendīb wa ḡazīra al-Yāqūt wa al-Yawhar al-‘arḡ 0-12</i> Lo que está donde los días son iguales, la isla de Serendib [Ceilán], la isla de los Zafiros y al-Yawhar. Latitud 0°12’ [NOTA: La Isla de los Zafiros es un lugar legendario situado en el ecuador]	XII [Error: no han leído el 0° y han convertido los 12’ en grados] ¹³⁹	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131,4 mm Espesor = 1 mm Peso = 80 gr
	1b	عرض صول <i>‘Arḡ 66-30</i> Latitud 66°30’	LXVI [error de 30’]	
2	2a	عرض عدن يج ساعاته به يب مز <i>‘Arḡ ‘Adan 13 sāl-īātuhu 12-47</i> Latitud de Adén 13°, sus horas 12h 47 minutos	XIII	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131,5 mm Espesor = 1,2 mm Peso = 88 gr
	2b	عرض اليمن و تبالة يط ساعاته به يج ي <i>‘Arḡ al-Yaman wa Tubāla 19 sāl-īātuhu 13-10</i> Latitud de Yemen y Tubala 19°, sus horas 13h 10 minutos	XIX	
3	3a	عرض مكة حرسها الله كب. ساعاته به يج ك <i>‘Arḡ Maka ḡarsuhā Allah 22 sāl-īātuhu 13-20</i> Latitud de Meca, guárdela Dios, 22°, sus horas 13h 20 minutos	XXXII [error de 10° en una latitud tan conocida como la de la Meca. ¡Inexplicable!]	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131,5 mm Espesor = 1,6 mm Peso = 105 gr
	3b	يثرب هي مدينة الرسول عليه السلام كه ساعاته به يج له <i>Yatrib hīa madīnat al-rasūl ‘alahu al-salām 25 sāl-īātuhu 13-35</i> Yatrib, es la ciudad del enviado, sobre él la paz, 25°, sus horas 13h 35 minutos	XXV	
4	4a	مصر و كرمآن و مهروبآن عرض ل ساعاته به يج نح <i>Misr wa Karmān wa Mahrūban ‘arḡ 30 sāl-īātuhu 13-58</i> Cairo, Kermán y Mahrubán, latitud 30°, sus horas 13h 58 minutos	XXX	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131,8 mm Espesor = 1,2 mm Peso = 89 gr
	4b	بغداد و دمشق و قيسرية عرض لج ط ساعاته به يج <i>Bagdād wa Damašq wa Qaīsarīa ‘arḡ 33-9 sāl-īātuhu 14-13</i>	XXXVIII [error de 5°, muy grande]	

¹³⁹ SCHMIDL y GAULKE (2007), p. 221. Consideran que el XII corresponde a 12 horas, la duración del día en los lugares con latitud 0°, es decir en el ecuador.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción añadida en n ^{os} romanos	Tipo de lámina Dimensiones y peso
		Bagdad, Damasco y Cesarea, latitud 33°, sus horas 14h 13 minutos		
5	5a	القيروان و عسقلان و طبرية عرض لب ساعاته يد ح <i>al-Qaīrawān wa 'Asqalun wa Tabariya 'arḍ</i> 32 sāl'iātuhu 14-8 Qairawan, Ascalón y Tiberiades, latitud 32°, sus horas 14h 8 minutos.	XXXII	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131,8 mm Espesor = 0,97 mm Peso = 90 gr
	5b	منبج و صقلية و سبتة و الموصل عرض له ل ساعاته يد كز <i>Manbij wa Ṣiqilīa wa Sebta wa al-Mūṣul 'arḍ</i> 35-30 sāl'iātuhu 14-27 Manbij, Sicilia, Ceuta y Mosul, latitud 35°30', sus horas 14h 27 minutos	XXXV [error de 30']	
6	6a	المرية و حران و سميساط و سمرقند العرض لو ل ساعاته يد ل ح <i>Al-Marīa wa Ḥarān wa Samīsaṭ wa Samarqanda al-'arḍ</i> 36-30 sāl'iātuhu 14-33 Almería, Harrán, Samosata y Samarcanda, la latitud 36°30', sus horas 14h 33 minutos	XXX [error de 6°30', muy grande]	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131,3 mm Espesor = 1,1 mm Peso = 89 gr
	6b	طليطلة و قلعة رباح و اقلش العرض م ساعاته يد ند <i>Tulaītīla wa Qal'at Rabāḥ wa Uqlīš al-'arḍ</i> 40 sāl'iātuhu 14-54 Toledo, Calatrava y Uclés, la latitud 40°, sus horas 14h 54 minutos	^ X	
7	7a	اشبيلية و مالقة و غرناطة العرض لز ل ساعاته يد لط <i>Iṣbīliya wa Mālaqa wa Garnāta al-'arḍ</i> 37-30 sāl'iātuhu 14-39 Sevilla, Málaga y Granada, la latitud 37°30', sus horas 14h 39 minutos.	XXXVII [error de 30']	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131,8 mm Espesor = 1,2 mm Peso = 92 gr
	7b	بلنسية و دانية و بطليوس و ماردة العرض لطل ساعاته يد ن <i>Balansīa wa Dānya wa Baṭālīws wa Mārīda, al-'arḍ</i> 39-30 sāl'iātuhu 14-50 Valencia, Denia, Badajoz y Mérida, la latitud 39°30', sus horas 14h 50 minutos	XXXIX [error de 30']	
8	8a	قرطبة و مرسية و بياسة العرض لح ل ساعاته يد مه <i>Qurtuba wa Mursīa wa Bayāsa al-'arḍ</i> 38-30 sāl'iātuhu 14-45 Córdoba, Murcia y Baeza. La latitud 38°30', sus horas 14h 45 minutos	XXXVIII [error de 30']	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 131,5 mm Espesor = 1,1 mm Peso = 80 gr
	8b	سرقسطة و رومية الكبير و خوارزم العرض مال ساعاته يه ه <i>Saraqusṭa wa Rūmiya al-kubr wa Jwārazm al-'arḍ</i> 41-30 sāl'iātuhu 15-5 Zaragoza, Roma la Grande y Jorasmia, la latitud 41°30', sus horas 15h 5 minutos	^ X I [error de 30']	
9	9a	نقطة شمت الرفس. مطرح الشعاع لعرض لح ل <i>Naqṭa šamat al-rafs. Maṭariḥ al-šu 'ā' li-'arḍ</i> 38-30 Punto del sol. Proyección del rayo para la latitud 38°30'. [NOTA: esta latitud corresponde a Córdoba]	-----	Astrológica de proyección de rayos por ambas caras Diámetro= 131,5 mm Espesor = 1 mm Peso = 83 gr
	9b	نقطة شمت الرفس. مطرح الشعاع لعرض مال	----	

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Inscripción añadida en n ^{os} romanos	Tipo de lámina Dimensiones y peso
		<i>Naqṭa ṣamat al-rafs. Maṭariḥ al-ṣu'ā' li-'arḍ</i> 41-30 Punto del sol. Proyección del rayo para la latitud 41°30'. [NOTA: esta latitud corresponde a Zaragoza]		

Las ocho *láminas* de latitud sirven a ciudades de al-Andalus, como era de esperar, pero también a lugares que eran referentes para todo el mundo islámico como Meca, Medina, Cairo, Bagdad o Damasco. La presencia de otras ciudades islámicas menos notables, acompañando a las principales, puede deberse a su presencia en los libros que proporcionaban las coordenadas geográficas o a intereses particulares del comitente del astrolabio. Debe resaltarse la presencia en la *lámina* 8b del nombre de la ciudad de Roma, compartiendo inscripción con Zaragoza, ambas de latitud similar. Esta inclusión de Roma no parece justificable desde el punto de vista religioso pero puede deberse a dos razones: el vínculo con el mundo clásico que tuvo la cultura andalusí o la asimilación de Roma con Constantinopla, ciudad relevante en el siglo XI y con la que al-Andalus mantuvo relaciones diplomáticas, comerciales y artísticas. Sólo hay otros dos astrolabios andalusíes que incorporan Roma entre las ciudades inscritas en sus *láminas*, ambos de periodo taifa (ver fichas A8 y A11).

La expresión “sus horas”, que aparece en todas las *láminas*, indica la máxima duración de la luz del día en los lugares de esa latitud, que tenía lugar en el solsticio de verano.

Por último, volver a destacar la presencia de una *lámina* dedicada por ambas caras a usos astrológicos, construida según el método de la proyección de los rayos, en las latitudes de Córdoba y Zaragoza respectivamente.¹⁴⁰

Hay errores importantes, de varios grados, en los valores de la latitud en números romanos que se retallaron en las *láminas*, concretamente en las latitudes de Meca, Bagdad y Almería. Por otro lado, se redondearon todos los valores de latitud, de modo que nunca se indican los minutos de grado, pero eso es costumbre en este tipo de retallados.

- *Trono*: tiene perfil triangular y borde lobulado con una pieza frontal superpuesta que recuerda un lazo. Es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*, su altura máxima es de 14 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 64°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* en forma de omega y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 152 mm de longitud, 12 mm de anchura y un quiebro central que la divide en dos segmentos. Tiene un peso de 76 gramos y sus dos pínulas, de dimensiones de 19 mm x 15 mm, están a 105 mm de distancia una de la otra. El cuadrado central que genera el quiebro tiene 30 mm de lado.
- *Clavo y caballete*: son ambos adiciones posteriores. El *clavo* mide 34 mm de longitud, su

¹⁴⁰ Sobre el método de proyección de rayos ver CASULLERAS y HOGENDIJK (2012), pp. 62-79 y SAMSÓ y BERRANI (1999), pp. 302-306.

cabeza tiene un diámetro de 21 mm y pesa 15 gramos. El *caballete* es una pinza de 2 gramos de peso.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio se considera uno de los dos que aparecen registrados, sin ningún detalle sobre sus características, en el inventario de la colección de instrumentos astronómicos y matemáticos del Gabinete de Astronomía y Física del Landgrave de Hessen-Kassel del año 1573. Además está documentado que el conde Hermann von Neuenahr *el Joven* regaló en 1563 a Wilhelm IV *el Sabio* (1532-1592), Landgrave de Hessen-Kassel, un *torquetum* y un astrolabio como prueba de su alianza política. En el documento se recoge que el *torquetum* provenía de la colección del “rey Carlos de Navarra” y, aunque no se explicita el origen del astrolabio, se considera que ambos instrumentos procedían de la misma colección real aunque no hay documentación conocida sobre la misma.¹⁴¹ Por otro lado, el documento no precisa cuál de los reyes de Navarra de nombre Carlos era el dueño de la colección de instrumentos científicos, podría ser Carlos II o Carlos III, aunque, la política de mecenazgo de Carlos III *el Noble* (1361-1425), invita a identificarle como el promotor de esa colección (ver capítulo 8, punto 8.3.2).

Es relevante indicar también que en el Museo Británico (Londres) se conserva una copia facsímil de este astrolabio donada en 1893 por un organismo estatal dependiente del gobierno británico denominado “Committee of Council on Education”. La copia fue realizada por la empresa Elkington & Co, una de las empresas pioneras en la realización de copias de objetos metálicos mediante la técnica de la galvanoplastia y activa entre 1861 y 1963. La copia está catalogada con el nº de inventario 1893,0615.2.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GUNTHER (1932), p. 263; KING (2005d), pp. 954-955; KING (2005f), p. 1006 (apartado 3.6); MAYER (1956), pp. 50-52; PRICE (1955), p. 363 y 374; SCHMIDL y GAULKE (2007), pp. 220-225; STAUTZ (1997), pp. 59 y 196; VERNET y SAMSÓ (1985), pp. 84-85.

¹⁴¹ SCHMIDL y GAULKE (2007), p. 222.

A13: Astrolabio ibn Sa'īd al-Sahlī del Museo de Historia de Washington

ICN / International Instrument Checklist Number = #2572

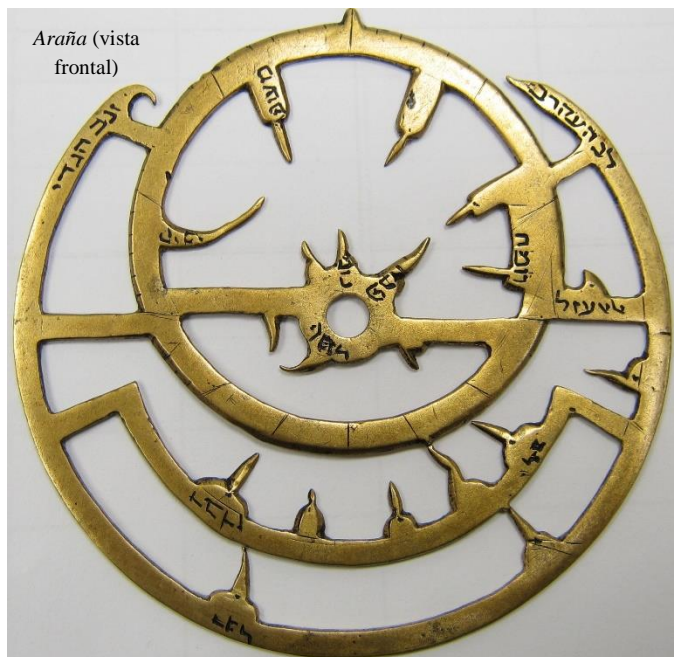
<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Muḥammad ibn Sa'īd al-Sahlī Lugar: Valencia Fecha: 483H/1090-1091</p> <p>Material: Latón Diámetro: 10,7 cm Altura: 12 cm Espesor: 0,77 cm Peso = 450 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafías: Cúfica con puntos diacríticos y hebrea Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i> Inscripciones alfabéticas en hebrero: en <i>araña</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el <i>dorso</i>): <i>Lo realizó Muḥammad ibn al-Sahlī año 483 en Valencia</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 5 <i>láminas</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Museo Nacional de Historia de Washington (nº inv. 2572)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado casi completo, sólo le falta la *alidada*, aunque su *araña*, bien ha sido sustituida por una nueva para incorporar inscripciones en hebreo, bien ha sido completamente alterada borrando todas sus inscripciones en árabe e incluso cambiando la forma de sus punteros. Está datado y firmado por Muḥammad ibn Sa'īd al-Sahlī que fue el miembro más joven de la familia al-Sahlī, activa primero en Toledo y después en Valencia. Además de este astrolabio, Muḥammad ibn Sa'īd al-Sahlī firmó, junto a su padre Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī, del que nos han llegado tres astrolabios (A6, A7 y A8), un globo terráqueo en el año 478H/1085-1086 para el visir Abū 'Isā ibn Lubbūn que se conserva en el Museo de Historia de la Ciencia de Florencia y se les atribuye la autoría de otro muy similar conservado en la Biblioteca Nacional Francesa.¹⁴²

¹⁴² Sobre el globo celeste de Florencia ver STRANO (2010), p. 17 y MEUCCI (1878); Sobre el globo celeste atribuido al mismo autor y conservado en la BNF de París ver KING (1992), p. 378-379.

El astrolabio está realizado en latón y en la parte central del *dorso* se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* tiene como referente las del astrolabio que hizo en Toledo Muḥammad ibn al-Šaffār en 1029 y aparece en otros dos



astrolabios taifas y en tres nazaríes.¹⁴³ La *araña* no parece la original, tiene un diseño retardatario, no cuenta con ningún adorno, no siquiera el que se ubica en la parte inferior central cobijando el puntero de la estrella Sirio. Se trata de una *araña* muy alterada que debió sufrir en algún momento el borrado completo de todas las inscripciones en árabe y de todas las graduaciones de las escalas con la intención de retollarla en hebreo, tarea que no se completó.¹⁴⁴

Tiene un total de cinco *láminas* que sirven un total de once latitudes

comprendidas entre 0° y 66°, de las cuales cinco corresponden a ciudades de al-Andalus y las demás corresponden a otras localizaciones islámicas.

Exceptuando la *araña*, todas las piezas del astrolabio muestran grafía cúfica con puntos diacríticos, homogénea y de trazo elegante y firme. La presencia de grafía hebrea en la *araña* de este astrolabio prueba su paso por manos judías. Los astrónomos y matemáticos judíos jugaron un papel esencial en la difusión de los conocimientos astronómicos árabes en los reinos cristianos hispanos.¹⁴⁵

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña*, el *trono* y el *asa* del *sistema de suspensión*, escasa en todos los casos, dentro de la línea habitual de manufactura austera de los astrolabios andalusíes.

Ya se ha indicado que la *araña* debió ser muy alterada durante la fase de eliminación de las inscripciones en árabe y quizá eso también afectó a la forma de los punteros, pues los que nos han llegado son retardatarios, con formas poco atractivas visualmente. Son todos de forma geométrica con puntas rectas sobre bases rectangulares o triangulares de bordes redondeados.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y la banda ecuatorial es más extensa de lo habitual en los astrolabios andalusíes, y remata a ambos lados por formas rectangulares sin ninguna decoración.





¹⁴³ Ver fichas A4, A5, A12, A27, A28 y A29.

¹⁴⁴ Un estudio de las inscripciones en hebreo de esta *araña* en RODRÍGUEZ ARRIBAS (2017?, en prensa).

¹⁴⁵ BORRELLI (2008), p. 78.

El *trono* es de perfil triangular-acampanado con borde lobulado y cuatro orificios, dos circulares y dos en forma de pera. A pesar de su sencillez y pequeño tamaño, resulta el elemento más decorativo del astrolabio. Decoración similar con tres orificios circulares presentan las bandas laterales del *asa* del *sistema de suspensión*.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña		
	Puntero recto sobre base rectangular de bordes redondeados	Puntero recto sobre base triangular de bordes redondeados
Trono		Asa
	Forma triangular y borde lobulado. Dos orificios circulares y dos en forma de pera	
		Sucesión de tres orificios circulares en cada banda del <i>asa</i>

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 107 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 7,7 mm de espesor y 7,8 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 219 gramos.

El fondo de la *madre* de 92,5 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 37°30', con la siguiente inscripción central:


Inscripción en árabe, transliteración y traducción
<p>اشبيلية و مالقة و غرناط عرض لزل ساعته يد لط</p> <p><i>Išbiliya wa Mālaqa wa Garnāta 'arḍ 37- 30 sāl'iatuhu 14-39</i></p> <p>Sevilla, Málaga y Granada. Latitud 37°30'. Sus horas 14h 39min.</p>

Tiene grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado, de 1 a 12 en notación *abýad*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). No cuenta con curvas de las horas de oración.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es لتومان *al-tawmān* (los gemelos). De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 15 de marzo.

En la parte central del *dorso* se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* tiene como referente las del astrolabio que hizo en Toledo Muḥammad ibn al-Ṣaffār en 1029 y aparece en otros dos astrolabios taifas y en tres nazaríes.¹⁴⁶ La inscripción de autoría, enmarcada en un rectángulo, dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
صنعه محمد بن السهلي سنة تفج ببلنسية <i>Lo realizó Muḥammad ibn al-Sahlī año 483 en Valencia</i>	

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las líneas verticales llevan la inscripción الظل المنكوس (*al-ẓil al-mankūs* = la sombra versa) y la horizontal الظل المبسوط (*al-ẓil al-mabsūṭ* = la sombra extendida o recta). Tanto la escala vertical como la horizontal están graduadas en 12 partes, llamadas “dedos” rotuladas de dos en dos (2, 4, 6...12) en notación *abḡad*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 91 mm, un espesor de 2 mm y pesa 28 gramos. El anillo de la eclíptica conserva las líneas que separan los doce signos del zodiaco, cada uno de ellos dividido en seis partes de 5° pero se han borrado tanto los nombres de los signos como los valores numéricos. Quizá el objetivo fue borrar los nombres en árabe de los signos y los números en notación *abḡad* para regrabar todo en hebreo pero ha llegado a nosotros con el anillo de la eclíptica en blanco y con una breve inscripción en hebreo en ese mismo espacio pero por el reverso.¹⁴⁷ La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 22 punteros estelares de los cuales 11 están fuera del círculo de la eclíptica y 11 en su interior. Sólo 12 de los punteros llevan el nombre de la estrella en hebreo, los otros 10 están en blanco. La identificación de las estrellas, en base a la posición de los punteros, la llevó a cabo Burkhard Stautz en 1997 y previamente, en 1983, Goldstein había publicado los nombres en hebreo de las estrellas grabados en los 12 punteros.¹⁴⁸

¹⁴⁶ Ver fichas A4, A5, A12, A27, A28 y A29.

¹⁴⁷ El estudio de las inscripciones en hebreo de este astrolabio y de otros varios estará recogido en un libro en fase de edición: RODRIGUEZ ARRIBAS, Josefina, *A Cultural History of Astrolabes Among Jews: Manuscripts and Instruments*.

¹⁴⁸ STAUTZ, (1997), p. 197; GOLDSTEIN y SALIBA (1983), p. 24.

El reverso de la *araña* está muy castigado y presenta pocas marcas de los diámetros y los círculos estructurales pero lleva tres inscripciones en hebreo, una en el anillo de la eclíptica, otra en un puntero y la tercera en el círculo central. Sólo la del puntero se ha grabado también por el anverso.

Bernard Goldstein considera que esta *araña* pudo hacerse para encajar en un astrolabio cuya *araña* original, que tendría todas sus inscripciones en árabe, se había perdido.¹⁴⁹

- *Láminas*: tiene cinco *láminas* grabadas por ambas caras, todas con 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. Una de las *láminas*, la número 4 presenta diferencias en el material que pesa más y en el tipo de grafía, siendo además la única que tiene grabadas las horas de oración. Sirve a las latitudes de Córdoba por una cara y de Sevilla y Granada por la otra.

Todas las *láminas* tienen grabado en los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara المغرب (*al-magrib*: occidente) و المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente, excepto la 4ª que tiene esos mismos nombres pero sin el artículo *al*. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado de 1 a 12 en notación *abʿyad* y también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima), además de otras inscripciones muy peculiares que se detallarán más adelante. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana).

Sólo la cuarta *lámina* lleva grabadas, en línea continua, las curvas que marcan las horas de oración, como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	قنطرة الشفق Curva de <i>al-šafaq</i>	Almicantar nº 3 (lado izquierdo) correspondiente a 18° Línea crepusculina
	الشفق <i>al-šafaq</i>	Hora 2ª Línea crepusculina
الفجر <i>al-faʿr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	قنطرة الفجر Curva de <i>al-faʿr</i>	Almicantar nº 3 (lado derecho) correspondiente a 18° Línea crepusculina
	الفجر <i>al-faʿr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-ʿaṣr</i> : Por la tarde	عصر <i>ʿaṣr</i>	Hora 10ª

Las curvas de los dos crepúsculos (línea crepusculina) están duplicadas, habiéndolas grabado en las dos posiciones en que se pueden ubicar: a 18° bajo el horizonte (en una de las franjas de las horas desiguales) y a 18° sobre el horizonte (en una de las curvas almicantares). Sólo hay dos astrolabios andalusíes que presentan esta singularidad además de este: otro taifa (ficha A9)

¹⁴⁹ GOLDSTEIN y SALIBA (1983), p. 21.

y uno nazarí (ficha A26). La línea crepusculina debería estar situada bajo el horizonte (-18°) pero aparece muy frecuentemente sobre el horizonte (+18°), porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio del cordobés Ibn al-Samḥ (m. 1035).¹⁵⁰ Además los nombres rotulados son ligeramente distintos, como se ha indicado en la tabla, ambos correctos.

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	لما لا عرض له عند خط الاستوا ساعاته ١٢ <i>li-mā lā 'arḍ lahu jat al-aistiwā sā' iātuhu 12</i> Cuando no hay latitud, en el ecuador. Sus horas 12	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 92 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 36 gr
	1b	لعرض صو <i>li 'arḍ 66</i> Para la latitud 66°	
2	2a	لمدينة الصين عرضها ١٨ <i>li-madīnat al-ṣīn 'arḍuha 18</i> Para la ciudad de China, su latitud 18°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 92 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 35 gr
	2b	لمكة اعزها الله عرضها كال <i>li-Maka a 'azuha Allah 'arḍuha 21-30</i> Para Meca que Dios la honre, su latitud 21°30'	
3	3a	لمدينة الرسول عليه السلام عرضها ٢٤ <i>li-madīnat al-rasul 'alayhu al-salām 'arḍuha 24</i> Para la Ciudad del Profeta, la paz sea con él, su latitud 24°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 92 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 41 gr
	3b	أخميم وعرضها ٢٧ <i>Ajmūm wa 'arḍuha 27</i> Ajmin (Egipto) y su latitud 27°	
4	4a	قرطبة وعرضها ٣٨-٣٠ <i>Qurtuba wa 'arḍuha 38-30</i> Córdoba y su latitud 38° 30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 92 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 53 gr Nota: Parece distinto latón
	4b	إشبيلية وعرضها غرناطة لزل <i>Iṣbiliya wa 'arḍuha Garnāta 37-30</i> Sevilla y su latitud Granada 37° 30' (Nota: el nombre de Granada parece una adición incluida en medio de la frase referida a Sevilla)	
5	5a	المرية من الأقليم الرابع وعرضها ٣٦ <i>Al-miria min al-iqlīm al-rābi' wa 'arḍahu 36</i> Almería del cuarto clima y su latitud 36°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 91 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 36 gr
	5b	عرض سرقسطة مـب <i>'arḍ Saraquṣṭa 42</i> Latitud de Zaragoza 42°	

La expresión “sus horas”, que aparece en la primera *lámina*, indica la máxima duración de la luz del día que, en el caso del ecuador, es siempre de 12 horas, todos los días del año.

¹⁵⁰ VILADRIKH (1986), p. 57.

Ya se ha adelantado que en la parte inferior de las *láminas*, en los espacios definidos por las *horas desiguales* se incluyen unas inscripciones en árabe que no aparecen en ningún otro astrolabio andalusí. Tampoco aparecen estas inscripciones en la *lámina* grabada en el fondo de la *madre* de este mismo astrolabio. Las inscripciones, iguales en todas las *láminas*, son las siguientes:

H o r a	Inscripción superior Transliteración y traducción	Inscripción inferior Transliteración y traducción	H o r a	Inscripción superior Transliteración y traducción	Inscripción inferior Transliteración y traducción
1	حيوان <i>Hayawān</i> . Animal	مذكره <i>Mudakara</i> . Masculina	7	حيوان <i>Hayawān</i> . Animal	مذكره <i>Mudakara</i> . Masculina
2	معادن <i>Ma'adan</i> . Mineral	مونثه <i>Mu'annaṭa</i> . Femenina	8	معادن <i>Ma'adan</i> . Mineral	مونثه <i>Mu'annaṭa</i> . Femenina
3	نبات <i>Nabat</i> . Vegetal	مذكره <i>Mudakara</i> . Masculina	9	نبات <i>Nabat</i> . Vegetal	مذكره <i>Mudakara</i> . Masculina
4	حيوان <i>Hayawān</i> . Animal	مونثه <i>Mu'annaṭa</i> . Femenina	10	حيوان <i>Hayawān</i> . Animal	مونثه <i>Mu'annaṭa</i> . Femenina
5	معادن <i>Ma'adan</i> . Mineral	مذكره <i>Mudakara</i> . Masculina	11	معادن <i>Ma'adan</i> . Mineral	مذكره <i>Mudakara</i> . Masculina
6	نبات <i>Nabat</i> . Vegetal	مونثه <i>Mu'annaṭa</i> . Femenina	12	نبات <i>Nabat</i> . Vegetal	مونثه <i>Mu'annaṭa</i> . Femenina

Todas estas inscripciones tienen una grafía totalmente diferente a las originales de las *láminas*, son de menor calidad, como realizadas por una mano temblorosa. Se añadieron en algún momento de la vida del astrolabio y su significado puede estar ligado a predicciones astrológicas aunque no se ha determinado aún qué objetivo concreto cumplen, así grabadas en estas *láminas*. Como puede observarse, las horas impares se consideran masculinas y las pares femeninas y la clasificación aristotélica de lo existente (animal, vegetal, mineral) se asigna sucesivamente a las horas. Quizá es relevante señalar que Ramón Llull hace mención a signos “masculinos” y “femeninos” en la bóveda celeste en su obra *El Árbol de la Ciencia* (1296), en relación con la llamada “astrología genetliaca” que trata de la influencia del cosmos en la realidad física y psicológica del ser humano (ver capítulo 8, parte 8.2).

- *Trono*: tiene perfil triangular con borde lobulado y cuatro orificios y forma una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 13 mm y el arco de su base es de 26°.
- *Sistema de suspensión*: *asa* con decoración fijada al *trono* y *anilla* circular.
- *Alidada*: no se conserva
- *Clavo y caballete*: el *clavo* es una adición contemporánea de 2 gramos de peso y no se conserva el *caballete*.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

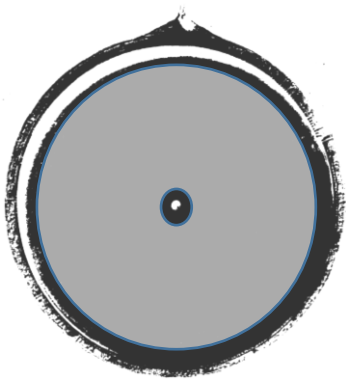
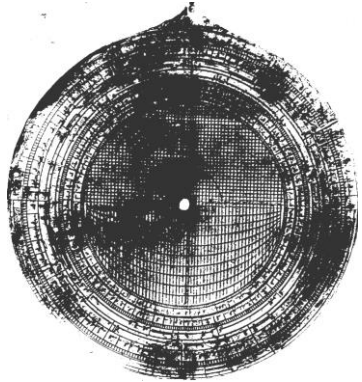
No hay información.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GIBBS y SALIBA (1984), pp. 174-177; GOLDSTEIN y SALIBA (1983); KING (1995a), pp. 386, 389 y fig 8; KING (2005d), pp. 956-957; KING (2005f), p. 1006 (apartado 3.8); RODRIGUEZ ARRIBAS, (2017?) en prensa; STAUTZ (1997), pp. 59 y 197.

A14: Astrolabio de al-Jamā'irī de la colección Sauvair

ICN / International Instrument Checklist Number = #127

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Muḥammad ibn Fattūh al-Jamā'irī Lugar: Sevilla Fecha: 609H/1212-1213</p> <p>Material: Latón Diámetro: 16,3 cm Altura: 17,3 cm Espesor: 1,12 cm Peso = 300 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafas: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p>Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i> y <i>dorso</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el anverso y reverso del <i>trono</i>): <i>Lo realizó Muḥammad ibn Fattūh al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla en el año 609</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: En paradero desconocido (en la colección de Henri Sauvair de París al menos hasta 1893)</p>		

1.- Aspectos generales¹⁵¹

Este astrolabio nos ha llegado incompleto, sólo conserva la *madre* con su *dorso*, pero está firmado y datado en la parte anterior y posterior del *trono*. Su autor, Muḥammad ibn Fattūh al-Jamā'irī, fue un importante astrolabista del periodo almohade, de origen sevillano, que trabajó tanto en Sevilla como en Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237. Este es precisamente el más antiguo de sus astrolabios y de ahí su interés, aunque esté incompleto.

Esta *madre* de astrolabio está realizada en latón y su gran interés consiste en la presencia en el fondo de la misma de un doble calendario perpetuo, uno musulmán-lunar y otro juliano-cristiano-solar, que permite calcular la concordancia entre cualquier fecha de la Hégira con otra de la era cristiana y viceversa. No nos ha llegado ningún otro astrolabio andalusí con este tipo de doble calendario. Los hay con calendarios perpetuos pero referidos solamente al calendario juliano y además se graban en el *dorso*, que es donde está ubicadas las funciones calendáricas del astrolabio, no en el fondo de la *madre*.¹⁵² Es este, por tanto, un aspecto innovador que no

¹⁵¹ Al encontrarse en paradero desconocido no se ha podido estudiar directamente. La información se ha extraído de la bibliografía indicada al final, principalmente del artículo de H. Sauvair y J. Rey de 1893 que es el que proporciona más detalles.

¹⁵² Sobre los astrolabios con este calendario perpetuo ver punto 4.5.2.5. También ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y SAMSÓ (2007a), p. 70.

debió ser apreciado porque no tuvo continuidad en al-Andalus. Resulta evocador relacionar a este astrolabio realizado en 1212 con la batalla de las Navas de Tolosa que marcó el principio del fin de al-Andalus y la necesidad de grabar en su fondo la equivalencia entre dos calendarios que eran representativos de las dos culturas que compartían la geografía peninsular.

Su *dorso* responde al modelo andalusí en lo que se refiere a la presencia del calendario zodiacal pero sorprende la ausencia del *cuadrado de sombras* que es otro de los elementos identificativos de la producción astrolabista andalusí. En su lugar se han grabado unas retículas para cálculos trigonométricos muy infrecuentes en los astrolabios y más típicas de los cuadrantes. La ausencia del *cuadrado de sombras* se compensa con la grabación de una escala de cotangentes en los dos cuadrantes inferiores de la escala más exterior del *dorso*. Esta solución sí se consolidó y aparece en otros astrolabios posteriores, aunque en estos casos se mantiene el *cuadrado de sombras* tradicional que se ve reforzado por la escala de cotangentes.

2.- Aspectos decorativos

Esta *madre* de astrolabio no presenta decoración alguna, ni en su fondo, ni en el *dorso*. El *trono* no parece que la tenga tampoco pues sus dos caras están ocupadas con la inscripción de autoría.

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de esta *madre* con su *dorso* son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 163 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 6 mm de anchura fijada mediante catorce remaches con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión*, que son inseparables de la misma, es de 300 gramos.

El fondo de la *madre* de 172,8 mm de diámetro, tiene grabado un doble calendario perpetuo, uno musulmán y otro juliano-cristiano, que permite calcular la concordancia entre cualquier fecha de la Hégira con otra de la era cristiana y viceversa, además de indicar el día de la semana en cada caso. Está formado por 13 círculos concéntricos que delimitan, por tanto doce zonas circulares donde se ubican las inscripciones alfabéticas y numéricas. La zona más interior lleva las inscripciones “210 ‘*arabī*” y “28 ‘*āyāmī*” que es el modo de identificar los dos calendarios perpetuos que se van a incluir:

- El “árabe”, islámico, que abarca 210 ciclos lunares, el ciclo al final del cual los días de la semana vuelven a caer de forma idéntica cada mes.
- El “no árabe”, cristiano en este caso, que abarca 28 años julianos, el ciclo al final del cual los días de la semana vuelven a caer de forma idéntica cada mes.

Desde esa posición y hacia el exterior, se van alternando los datos habituales de un calendario perpetuo: nombres de los meses (islámicos y julianos), días de la semana correspondientes al inicio de cada mes para un año dado y día de la semana en el que se inicia cada año.

- *Dorso*: tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan, cada uno, una escala de cotangentes rotulados en notación *abyad* que permiten realizar la función normalmente reservada al *cuadrado de sombras* ausente del *dorso* de este astrolabio.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-yāwzā* = el gigante). De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde a la posición intermedia entre el 13 y 14 de marzo.

El siguiente anillo hacia el interior es una escala graduada en 360° que enmarca las retículas grabadas en el espacio central que aparece dividido en dos mitades. La mitad superior muestra una retícula con líneas paralelas horizontales y verticales que permiten calcular los senos y cosenos de cualquier ángulo. En la inferior se han grabado 10 elipses sobre un conjunto de líneas paralelas verticales que las cortan y que sirven también para realizar cálculos trigonométricos.¹⁵³

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado y parece ser similar a los de otros astrolabios del mismo autor (ver fichas A18 – A22).

La inscripción de autoría se inicia en el reverso y continúa por el anverso:

Inscripción en árabe y traducción al castellano	Imagen inscripción
صنع محمد بن فتوح الحمائري بمدينة اشبيلية في سنة ٦٠٩ <i>Realizado por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla en el año 609</i>	NO DISPONIBLE

- *Sistema de suspensión*: sólo conserva el *asa*.
- *Alidada, clavo y caballete*: no se conservan.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio perteneció a la colección del orientalista, epigrafista y numismático francés Henri Sauvaire (1831-1896). Se sabe que compró esta *madre* de astrolabio en el Cairo en 1873 y en 1893 publicó un extenso estudio sobre todas sus inscripciones en el *Journal Asiatique*. En 1932, Robert Gunther, que suele indicar siempre dónde se encuentra cada astrolabio que describe, sólo se refiere al texto de la publicación de Sauvaire pero no especifica su ubicación. Nada se sabe de la pieza después de esa fecha, encontrándose hoy en paradero desconocido.

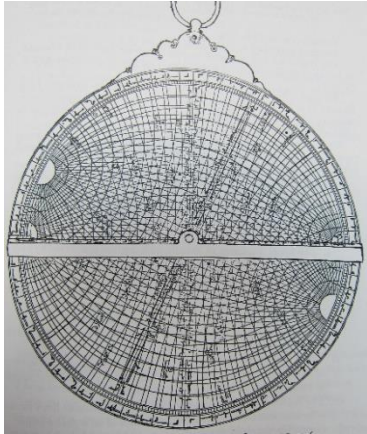
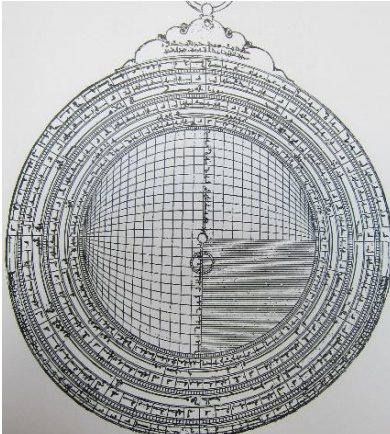
BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GUNTHER (1932), pp. 269-270; MAYER (1956), pp. 64-66; MICHEL (1947), p. 184; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.2.a.); PRICE (1955), p. 363 y 375; RENAUD (1942), pp. 20-21; SAUVAIRE y DE REY (1893), pp. 5-76 y 185-231.

¹⁵³ Detalles del modo de realizar esos cálculos en SAUVAIRE y DE REY (1893), pp. 202-205.

A15: Azafea de al-Jamā'irī del Observatorio Astronómico de Roma

ICN / International Instrument Checklist Number = #1081¹⁵⁴

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī Lugar: Sevilla Fecha: 613 H / 1216-1217</p> <p>Material: Latón Diámetro: 21,5 cm Altura: 24,4 cm Espesor: --- cm Peso = 999 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafías: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación árabe <i>ab'ýad</i>: en <i>frente</i> y <i>dorso</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>frente</i>, <i>dorso</i> y <i>trono</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el reverso del <i>trono</i>): <i>Realizada esta azafea por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla, protéjala Dios, en el año 613 de la Hégira</i></p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: Azafea, trono, sistema de suspensión y regleta frontal.</p>		
<p>Conservado en: ¿En paradero desconocido? (antes en Observatorio Astronómico de Roma ¿robado?)</p>		

1.- Aspectos generales¹⁵⁵

Esta azafea del tipo *zarqāliyya* inventada por Azarquiel en el siglo XI es la más antigua que nos ha llegado.¹⁵⁶ Está datada y firmada por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī que fue un importante astrolabista del periodo almohade, de origen sevillano, que trabajó tanto en Sevilla como en Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237.

La azafea responde a la tipología definida por Azarquiel en el siglo XI, y consta de una sola pieza, un círculo grueso de latón grabado por ambas caras y rematado por el *trono* en su parte superior. Como todas las azafeas (ver A16 y A25), carece de elementos decorativos en su

¹⁵⁴ Robert Gunther asignó el número 127A a este instrumento en 1932 pero, como el sistema es solamente numérico, Derek de Sollá Price le reasignó uno nuevo, el 1081 que es el que se mantiene en la actualidad.

¹⁵⁵ Esta azafea no se ha podido estudiar directamente. David King afirma que fue robada del Observatorio Astronómico de Roma y se encuentra en paradero desconocido. No se ha podido confirmar o desmentir esa información. Los datos de esta ficha se han extraído de la bibliografía indicada al final. Los dibujos son del libro de Robert Gunther de 1932.

¹⁵⁶ Sobre Azarquiel y sus azafeas ver punto 8.1.1.

cuerpo principal pues es tanta la información que se graba sobre la única placa de latón que la conforma, que no hay espacio para incorporar adornos.

2.- Aspectos decorativos

Esta azafea no tiene ningún elemento decorativo. Su *trono* es similar a los de otros astrolabios de este autor y aloja la inscripción de autoría. Tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado adornado con cuatro pequeñas volutas situadas simétricamente en las hendiduras de los lóbulos.

Trono	
	Forma triangular-acampanada, borde festoneado y cuatro pequeñas volutas en las hendiduras de los lóbulos

3.- Descripción de sus partes

La azafea consta de una sola pieza, un círculo grueso de latón grabado por ambas caras y rematado por el *trono* en su parte superior. La información en cada una de sus caras es:

- *Frente de la azafea:* consiste en una placa circular de 215 mm de diámetro que lleva, en su parte más exterior, una escala graduada de 0° a 90° en cada uno de los cuatro cuadrantes. En el interior figuran dos proyecciones estereográficas meridionales, una correspondiente a las coordenadas ecuatoriales y otra a las coordenadas eclípticas. En la proyección de coordenadas ecuatoriales, el diámetro vertical representa el plano del ecuador. El diámetro horizontal representa el horizonte de un observador situado en el ecuador. A los extremos de este diámetro horizontal están el polo norte (a la izquierda) y el sur (a la derecha). En torno a estos dos polos se representan los paralelos o círculos de declinación y, partiendo de los polos, los círculos horarios o meridianos. Estas curvas corresponden a la proyección estereográfica en el plano del coluro solsticial (plano del meridiano celeste que pasa por los puntos solsticiales, es decir por el de Cáncer y el de Capricornio). Formando un ángulo de 23°30' con el eje vertical se encuentra otro diámetro que marca el plano de la eclíptica y simétricamente a él está grabado el conjunto de curvas que representan las líneas de iguales coordenadas eclípticas (longitud y latitud celestes). Así, la lámina contiene los dos sistemas de coordenadas (ecuatoriales y eclípticas) superpuestos y desplazados un ángulo igual a la oblicuidad de la eclíptica (23°30'). Las curvas de los meridianos y paralelos están separados cinco grados.

Tiene colocadas entre la retícula de coordenadas un total de 33 estrellas marcadas sobre el latón mediante un pequeño círculo con su nombre en árabe al lado inscrito con grafía cúfica.¹⁵⁷

- *Dorso de la azafea:* tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores

¹⁵⁷ Los nombres de las 33 estrellas en DA SCHIO (1880), pp. 239-241.

presentan, cada uno, una escala con los valores de las cotangentes rotulados en notación *abyād* que permiten realizar la función normalmente reservada al *cuadrado de sombras* ausente del *dorso* de las azafeas.

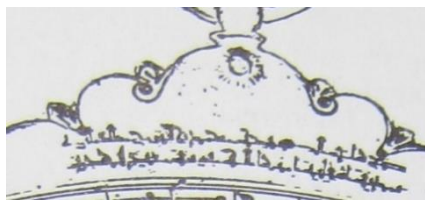
Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-yāwzā* = el gigante).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 13 de marzo.

El siguiente anillo hacia el interior es una escala graduada en 360° que enmarca las retículas grabadas en el espacio central. Tres cuadrantes del área central están ocupados por una proyección ortográfica de la esfera en la que los paralelos son líneas rectas y los meridianos son elipses y el cuadrante inferior derecho lleva grabadas 60 líneas paralelas que permiten calcular el coseno para cualquier ángulo medido con los cuadrantes de altitud. Se incluye también un pequeño círculo excéntrico que Azarquiel llamó *círculo de la luna* y sirve para medir el movimiento del satélite terrestre.

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado adornado con cuatro pequeñas volutas situadas simétricamente en las hendiduras de los lóbulos. Su altura máxima es de 29 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 55°. Esta forma de *trono* se repite en otros astrolabios de este autor.

La inscripción de autoría, ubicada en el reverso, dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>صنع هادا صفيحة محمد بن فتوح الحمائري بمدينة اشبيلية امنها الله في سنة خيخ الهجرة</p> <p><i>Realizada esta azafea por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī en la ciudad de Sevilla, protéjala Dios, en el año 613 de la Hégira</i></p>	

El texto de la inscripción es prácticamente idéntico a la de los demás instrumentos que nos han llegado del mismo autor. La inclusión del término “protéjala Dios” es interpretada por Woeckpe como un deseo de que Sevilla no sufra las consecuencias de la gran derrota almohade en la batalla de las Navas de Tolosa en 1212 en una fecha aún próxima, como es la de esta azafea (613H / 1216-1217).¹⁵⁸ Igual fórmula aparece en la azafea del mismo autor, fechada en 1218 (ficha A17).

- *Sistema de suspensión*: consta de un *asa* fijada al *trono* y *anilla* circular.
- *Alidada*: no se conserva
- *Clavo y caballete*: no tiene

¹⁵⁸ WOEPCKE (1864), p. 38.

- *Regleta frontal*: no presenta ningún quiebro y tiene como función la de marcar el horizonte local, como es habitual en las azafeas. Permite la conversión entre las coordenadas ecuatoriales y eclípticas grabadas en el frente de la azafea.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Esta azafea se encontró en 1835 escondida en una cavidad de uno de los muros del sótano de la casa del Sr. Francesco Cengia en Valdagno (Italia) y fue presentada al Instituto Véneto en 1872 por el astrónomo y meteorólogo de Vicenza Almerico da Schio (1836-1930), siendo él mismo quien la estudió y publicó en 1879, a petición de su dueño. Da Schio nos informa en su publicación que trató de identificar ocupantes previos de la casa donde se encontró, pero no llegó a nada concluyente. Robert Gunther la incluyó en su libro de 1932 pero sin indicar dónde estaba en esas fechas. Derek de Solla Price la sitúa en 1956 en el Observatorio Astronómico de Roma con el nº de inventario 7851. David A. King afirma, en su lista de instrumentos científicos, que fue robada de dicho Observatorio, sin indicar cuando se produjo ese hecho. No se sabe su situación actual, aunque todo parece indicar que se encuentra en paradero desconocido.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

DA SCHIO (1874-75), p. 82-83; DA SCHIO (1880), pp. 228-234, 239-242, 244, 271-272; GUNTHER (1932), pp. 270-273; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.2.b.); MAYER (1956), pp. 64-66; MICHEL (1947), p. 184; PRICE (1955), p. 363 y 375; RENAUD (1942), pp. 20-21.

A16: Astrolabio de al-Jamā'irī en el Museo de Fez

ICN / International Instrument Checklist Number = #2701

FRENTE		DORSO
	<p>Constructor: Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī</p> <p>Lugar: ¿Sevilla o Marrakech?</p> <p>Fecha: 614H/1217-1218</p>	FOTO NO DISPONIBLE
	<p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 21 cm</p> <p>Altura: 22,5 cm</p> <p>Espesor: --- cm</p> <p>Peso = --- gr</p>	
<p>Grañas: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p>Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i>, <i>araña</i> y <i>trono</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el reverso del <i>trono</i>):</p> <p><i>Lo realizó Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī el año 614 de la Hégira</i></p> <p>Otra inscripción de autoría (sin fecha) en árabe: (en la <i>araña</i>):</p> <p><i>Obra de al-Jamāʿirī</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 3 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Museo de Artes y Tradiciones Dār Batha de Fez (nº inv. 714)</p>		

1.- Aspectos generales¹⁵⁹

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros firmado, por dos veces, y datado por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī que fue un importante astrolabista del periodo almohade, de origen sevillano, que trabajó tanto en Sevilla como en Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237.¹⁶⁰

Además de la inscripción de autoría ubicada en el reverso del *trono*, el astrolabio tiene otra en la *araña*, en concreto en el rectángulo que remata la banda ecuatorial de la *araña* por la izquierda. En fecha posterior, probablemente no medieval, recibió otra inscripción en el centro del *dorso* que lo identifica como una donación a la mezquita de los Andaluces de Fez. Esto

¹⁵⁹ Este astrolabio no se ha podido estudiar directamente. Los datos de esta ficha se han extraído de la bibliografía indicada al final.

¹⁶⁰ AMAHAN (1990), p. 234. En esta ficha de catálogo de exposición, su autor considera que este astrolabio se hizo en Fez

indica que fue un “*waqf*” (وقف), es decir, una donación a perpetuidad a una institución religiosa, la indicada mezquita. Este es el único astrolabio andalusí con este tipo de inscripción.



El astrolabio es de latón y no conserva ninguna de las incrustaciones de plata que debió tener en los orificios de los punteros de tipo geométrico de su *araña*. Sus *láminas* sirven un total de 6 latitudes (entre 31°30' y 40°30') de las que tres corresponden a territorio andalusí y las otras tres son Marrakech y Fez, las dos ciudades más importantes del norte de África durante el periodo almohade y Ceuta. Sorprende la ausencia de la latitud de Sevilla y que sin embargo se incluya la de Toledo que hacía 132 años que no era andalusí pero debía seguir siendo un referente de la memoria histórica.¹⁶¹

En cuanto a su grafía, es cúfica con marcas diacríticas, de trazo elegante y firme, exceptuando la inscripción añadida en el dorso con motivo de la donación que presenta grafía *nasjí*.

2.- Aspectos decorativos






Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*, muy similar a la de otros astrolabios del mismo autor. En lo que respecta a la *araña*, sus punteros tienen forma geométrica con base trilobulada o en forma de pera y puntas rectas o levemente curvadas. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

La banda ecuatorial se configura como uno de los elementos identificativos de las *arañas* de al-Jamā'irī. Presenta dos puntos de discontinuidad, tiene un círculo alojado entre el centro de la propia banda ecuatorial y el anillo exterior de la *araña* y los laterales se rematan con sendos pilares sobre los que apoya un puntero de base trilobulada. Todo el conjunto se comporta visualmente como una estructura de dos torres que sujetan una banda de la que cuelga el círculo que parece balancearse entre ellas.

El *trono* es de perfil triangular-acampanado con borde festoneado. El anverso tiene grabada una forma geométrica en posición central, formada por las intersecciones de un semicírculo y cuatro cuadrantes circulares, todos del mismo radio. El dibujo podría describir el modo de obtener geométricamente un arco tetralobulado partiendo de uno de medio punto. Por el reverso acoge la inscripción de autoría.

¹⁶¹ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña				
	Puntero de base trilobulada y remate en punta recta		Puntero de base en forma de pera con orificio central y punta recta	
Adornos en la araña				
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial que es levemente asimétrica. Adorno central circular y laterales rematados con sendos pilares sobre los que apoya un puntero de base trilobulada. Banda ecuatorial con dos puntos de discontinuidad.		Adorno en forma circular que aloja un puntero	
Trono				
	Forma triangular-acampanada, perfil festoneado y dibujo geométrico en posición central			

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 210 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 10,5 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El fondo de la *madre* tiene grabado un calendario lunar.
- *Dorso*: responde al modelo andalusí con escala exterior graduada en grados, las cuatro escalas del calendario zodiacal y el *cuadrado de sombras*.

En la parte central de este *dorso* se grabó una inscripción en grafía *nasjí*, en fecha posterior pero desconocida, que dice:

حبسه مبيع الأجر و الثواب من الله تعالى على منابر مسجد الأندلس من مدينة فاس المحروس بالله تعالى

“Ha sido donado para merecer los beneficios y el perdón de Dios el Altísimo en provecho del mimbar de la mezquita de los Andaluces de la ciudad de Fez, protegida por Dios el Altísimo”.¹⁶²


Esto indica que este astrolabio fue un “*waqf*” (وقف), aunque en Marruecos se usa más el término “*habus*” (حبس), que es el que figura en la inscripción, para referirse a una donación a perpetuidad

¹⁶² TUIL LEONETTI (2014), p. 363.

realizada a una institución religiosa, en este caso, la mezquita de los Andaluces de Fez. Este es el único astrolabio andalusí con este tipo de inscripción.

- *Araña*: El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco, cada uno de ellos dividido en diez partes de 3° cada una pero no llevan el valor numérico rotulado. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

Tiene una inscripción de autoría en el pilar que remata por su izquierda la banda ecuatorial. Esta es la única *araña* de un astrolabio andalusí que está firmada. La inscripción dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>عمل الحمائري</p> <p><i>Obra de al-Jamā'irī</i></p>	

Presenta un total de 29 punteros estelares de los cuales 14 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):¹⁶³

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁶⁴	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	<p>بطن قيطوس</p> <p><i>batn qaytūs</i> (vientre de ballena)</p>	Baten Kaitos	ζ Cet
2	<p>الخضيب</p> <p><i>al-jaḍīb</i> (la teñida)</p>	Caph	β Cas
3	<p>راس الغول</p> <p><i>ras al-gūl</i> (la cabeza del ogro)</p>	Algol	β Per
4	<p>عين الثور</p> <p><i>'ayn al-taūr</i> (el ojo del toro)</p>	Aldebarán	α Tau
5	<p>العبيوق</p> <p><i>al-'ayyūq</i> (la cabrilla)</p>	Capella	α Aur
6	<p>قدم الجوزا</p> <p><i>qadam al-ḡawzā</i> (el pie del gigante)</p>	Rigel	β Ori
7	<p>مكتب الجوزا</p> <p><i>mankib al-ḡawzā</i> (el hombro del gigante)</p>	Betelgeuse	α Ori
8	<p>العبور</p> <p><i>al-'abūr</i> (el tránsito)</p>	Sirio	α CMa
9	<p>الغميصا</p> <p><i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)</p>	Procyon	α CMi
10	<p>يدالدب</p> <p><i>yad al-dub</i> (la mano del oso)</p>	Talitha Borealis	ι UMa
11	<p>زبانة السرطان</p> <p><i>zubāna al-saraṭān</i> (la pinza del cangrejo)</p>	Acubens	α Cnc
12	<p>رجل الدب</p> <p><i>riyl al-dub</i> (la pata del oso)</p>	Tania Borealis	λ UMa
13	<p>منير الشجاع</p> <p><i>munīr al-ṣuḡā</i> (la luminosidad de la hidra)</p>	Minchar	σ Hya

¹⁶³ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

¹⁶⁴ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁶⁴	Nombre actual de la estrella	Identificación
14	قلب الأسد <i>qalb al-āsad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
15	فم الكاس <i>fam al-kās</i> (la boca de la copa)	Alkes	α Crt
16	القائد <i>al-qā'id</i> (la primera plañidera)	Alkaid	η UMa
17	السماك الرامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	Arturo	α Boo
18	العزل <i>al-a'zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
19	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
20	عنق الحية <i>'unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukhai	α Ser
21	قلب العقرب <i>qālb al-'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
22	رأس الحواء <i>ra's al-ḥawā'</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
23	الواقع <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
24	النسر الطائر <i>al-nasr al-tā'ir</i> (el águila que vuela)	Altair	α Aql
25	سعد نائيرة <i>sa'id nāšira</i> (portadora de buenas noticias)	Nashira	γ Cap
26	كعب الفرس <i>ka'ib al-faras</i> (el talón del caballo)	Ji Pegasi	χ Peg
27	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
28	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
29	ذنب قيطوس <i>ḍanab qayṭūs</i> (la cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

• *Láminas*: tiene tres *láminas* grabadas por ambas caras. Todas tienen grabadas 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 72 curvas azimutales separadas de 5 en 5 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abyād*) y también alfabético (hora primera, hora segunda, ..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana).

Las líneas de oración, grabadas en línea de espina de pez, están rotuladas como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Hora 2ª Línea crepusculina
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-fayr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8ª

العصر <i>al- 'aṣr</i> : Por la tarde	عصر <i>'aṣr</i>	Hora 10ª
---	--------------------	----------

La ubicación de las líneas crepusculinas a 18° bajo la línea del horizonte y por tanto en los espacios de las horas 2ª y 11ª está recogida en el Tratado del Astrolabio del cordobés ibn al-Ṣaffār (m. 1035).¹⁶⁵

La tipología de cada *lámina* y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina
1	1a	العرض لا ل <i>al- 'ard 31-30</i> Latitud 31°30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	1b	العرض لو ل <i>al- 'ard 36-30</i> Latitud 36°30'	
2	2a	العرض لج ل <i>al- 'ard 33-30</i> Latitud 33°30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	2b	العرض لح ل <i>al- 'ard 38-30</i> Latitud 38°30'	
3	3a	العرض له ل <i>al- 'ard 35-30</i> Latitud 35°30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	3b	العرض م ل <i>al- 'ard 40-30</i> Latitud 40°30'	

En las inscripciones sólo se indica el valor de la latitud, no el nombre de la ciudad correspondiente. Sorprende la ausencia de la latitud de Sevilla (37°30') y la presencia de la de Toledo (40°30'). Las que están, corresponden a Córdoba y Almería en al-Andalus y Marrakech, Fez y Ceuta en el norte de África.

• *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 15 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 30°. Esta forma de *trono* se repite en otros astrolabios de este autor. Como ya se ha indicado, tiene grabada en el anverso una forma geométrica en posición central, mientras que en el reverso, exhibe la inscripción de autoría que dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
صنعه محمد بن فتوح الحمائري في عام داخ الهجرة <i>Lo realizó Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en el año 614 de la Hégira</i>	NO DISPONIBLE

El texto de la inscripción es muy parecido a la de los demás astrolabios que nos han llegado del mismo autor aunque sorprende el uso del término عام (*'iām*) para “año” en lugar de سنة (*sana*) que es el que aparece en los astrolabios andalusíes. Tampoco es correcto el uso de la notación

¹⁶⁵ MILLAS (1931), pp. 29-30.

abyâd en el número 614 que indica el año. Estas dos circunstancias junto al hecho de que no indique la ciudad en que lo hizo, permite dudar de que se hiciera en Sevilla y pudiera haberse hecho en Marrakech, la otra ciudad del imperio almohade en que estuvo activo este astrolabista.

- *Sistema de suspensión*: consta del *asa* fijada al *trono* y una *anilla* circular.
- *Alidada*: no presenta ningún quiebro y conserva sus dos pínulas.
- *Clavo y caballete*: parecen una adición posterior tipo tornillo y tuerca.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio se encontraba en la Mezquita de los Andaluces de Fez en la fecha desconocida en que se realizó la inscripción que figura en su *dorso*. De allí fue trasladado al museo donde se encuentra en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

AMAHAN (1990), pp. 234-235, nº 472; AMAHAN (1999), p. 136, nº 193 ; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.2.c.); MAYER (1956), pp. 64-66; MICHEL (1947), p. 184; RENAUD (1942), pp. 20-21; TUIL LEONETTI (2014), p. 363;

Catálogos on line:

Museum with No Frontiers. Discover Islamic Art:

http://www.discoverislamicart.org/database_item.php?id=object;ISL;ma;Mus01_C;13;es

Qantara. Patrimoine Méditerranéen:

http://www.qantara-med.org/qantara4/public/show_document.php?do_id=639

A17: Azafea de al-Jamā'irī de la Biblioteca Nacional de Francia

ICN / International Instrument Checklist Number = #128

<p>FRENTE</p> <p>FOTO</p> <p>NO DISPONIBLE</p>	<p>Constructor: Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī</p> <p>Lugar: Sevilla</p> <p>Fecha: 615H/1218-1219</p> <hr/> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 22,5 cm</p> <p>Altura: --- cm</p> <p>Espesor: --- cm</p> <p>Peso = --- gr</p>	<p>DORSO</p> <p>FOTO</p> <p>NO DISPONIBLE</p>
<p>Grafías: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p>Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyad</i>: en <i>frente</i> y <i>dorso</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>frente</i>, <i>dorso</i> y <i>trono</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el reverso del <i>trono</i>):</p> <p><i>Realizada esta azafea por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla, protéjala Dios, en el año 615 de la Hégira</i></p>		
<p>Elementos: Azafea, trono y sistema de suspensión</p>		
<p>Conservado en: Biblioteca Nacional Francesa (París)</p>		

1.- Aspectos generales¹⁶⁶

Esta azafea del tipo *zarqāliyya* inventada por Azarquiel en el siglo XI está datada y firmada por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī que fue un importante astrolabista del periodo almohade, de origen sevillano, que trabajó tanto en Sevilla como en Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237.

La azafea responde a la tipología definida por Azarquiel en el siglo XI, y consta de una sola pieza, un círculo grueso de latón grabado por ambas caras y rematado por el *trono* en su parte superior en el que se ubica la inscripción de autoría.¹⁶⁷ Como todas las azafeas (fichas A15 y A25), carece de elementos decorativos en su cuerpo principal pues, es tanta la información que se graba sobre la única placa de latón que la conforma, que no hay espacio para incorporar adornos.

2.- Aspectos decorativos

Esta azafea no tiene ningún elemento decorativo.

¹⁶⁶ Esta azafea no se ha podido estudiar directamente. Los datos de esta ficha se han extraído de la bibliografía indicada al final.

¹⁶⁷ Sobre Azarquiel y sus azafeas ver punto 8.1.1.

3.- Descripción de sus partes

La azafea consta de una sola pieza, un círculo grueso de latón grabado por ambas caras y rematado por el *trono* en su parte superior. La información en cada una de sus caras es:

- *Frente de la azafea:* consiste en una placa circular de 225 mm de diámetro que lleva, en su parte más exterior, una escala graduada de 0° a 90° en cada uno de los cuatro cuadrantes. En el interior figuran dos proyecciones estereográficas meridionales, una correspondiente a las coordenadas ecuatoriales y otra a las eclípticas. En la proyección de coordenadas ecuatoriales, el diámetro vertical representa el plano del ecuador y el horizontal representa el horizonte de un observador situado en el ecuador. A los extremos de este diámetro horizontal están el polo norte (izquierda) y el sur (derecha). En torno a estos dos polos se representan los paralelos o círculos de declinación y, partiendo de los polos, los círculos horarios o meridianos. Estas curvas corresponden a la proyección estereográfica en el plano del coluro solsticial (plano del meridiano celeste que pasa por los puntos solsticiales, es decir, Cáncer y Capricornio). Formando un ángulo de $23^{\circ}30'$ con el eje vertical se encuentra otro diámetro que marca el plano de la eclíptica y simétricamente a él está grabado el conjunto de curvas que representan las líneas de iguales coordenadas eclípticas (longitud y latitud celestes). Así se representan los dos sistemas de coordenadas (ecuatoriales y eclípticas) superpuestos y desplazados un ángulo igual a la oblicuidad de la eclíptica ($23^{\circ}30'$). Las curvas de los meridianos y paralelos están separadas cinco grados.

Tiene colocadas entre la retícula de coordenadas un total de 32 estrellas marcadas sobre el latón mediante un pequeño círculo con su nombre en árabe al lado inscrito con grafía cúfica.¹⁶⁸

- *Dorso de la azafea:* tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan, cada uno, una escala con los valores de las cotangentes rotulados en notación *ab'âd* que permiten realizar la función normalmente reservada al *cuadrado de sombras* ausente del *dorso* de las azafeas.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, está situado entre el 13 y el 14 de marzo (a $1/3$ del día 13 y $2/3$ del día 14 de marzo).

El siguiente anillo hacia el interior es una escala graduada en grados, de 0° a 180° en la mitad izquierda y dos cuartos de 0° a 90° en la mitad derecha, que enmarca las retículas grabadas en el espacio central. Tres cuadrantes del área central están ocupados por una proyección ortográfica de la esfera en la que los paralelos son líneas rectas y los meridianos son elipses y el cuadrante inferior derecho lleva grabadas 60 líneas paralelas que permiten calcular el coseno para cualquier ángulo medido con los cuadrantes de altitud. Incluye también un pequeño círculo

¹⁶⁸ Los nombres de las 32 estrellas en SÈDILLOT (1844, pp. 190-191.

excéntrico que Azarquiel llamó *círculo de la luna* y sirve para medir el movimiento del satélite terrestre.

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado. Esta forma de *trono* se repite en otros astrolabios de este autor.

La inscripción de autoría, ubicada en el reverso, dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>صنع هادا صفيحة محمد بن فتوح الحمائري بمدينة اشبيلية امناها الله في سنة خيه الهجرة</p> <p><i>Realizada esta azafea por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla, protéjala Dios, en el año 615 de la Hégira</i></p>	NO DISPONIBLE

El texto de la inscripción es prácticamente idéntico a la de los demás instrumentos que nos han llegado del mismo autor. La inclusión del término “protéjala Dios” es interpretada por Woeckpe como un deseo de que Sevilla no sufra las consecuencias de la gran derrota almohade en la batalla de las Navas de Tolosa en 1212 en una fecha aún próxima, como es la de esta azafea (615H / 1218-1219).¹⁶⁹ Igual fórmula aparece en la azafea del mismo autor fechada en 1216 (ver ficha A15).

- *Sistema de suspensión*: consta de un *asa* fijada al *trono* y *anilla* circular.
- *Alidada*: no se conserva
- *Clavo y caballete*: no tiene

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Esta azafea fue adquirida por el orientalista y viajero alemán Schultz en Estambul antes de su muerte en 1828, según publicó Franz Woeckpe en 1864 aunque sin precisar la fecha de adquisición.¹⁷⁰ Por otro lado, Amélie Sédillot afirma que en 1844 ya la había adquirido La Biblioteca Real Francesa por medio de quien fue su conservador jefe desde 1838, Edme François Jomard.¹⁷¹ En dicha biblioteca, hoy Biblioteca Nacional Francesa, continúa en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GUNTHER (1932), p. 274; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.2.d.); MAYER (1956), pp. 64-66; MICHEL (1947), p. 184; PRICE (1955), pp. 364 y 375; RENAUD (1942), pp. 20-21; SÈDILLOT (1844), pp. 184 y 190-191; WOEPCKE (1864) pp. 37-42.

¹⁶⁹ WOEPCKE (1864), p. 38.

¹⁷⁰ WOEPCKE (1864), p. 37.

¹⁷¹ SÈDILLOT (1844), p. 184.

A18: Astrolabio de al-Jamā'irī de 1221 Museo H^a de la Ciencia de Oxford

ICN / International Instrument Checklist Number = #129

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī Lugar: Sevilla Fecha: 618H/1221-1222</p> <p>Material: Latón y plata Diámetro: 20 cm Altura: 22,4 cm Espesor: 1,12 cm Peso = 2048 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grañas: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abḡad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i>, <i>araña</i> y <i>trono</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el reverso del <i>trono</i>): <i>En el nombre de Dios, realizado por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla en el año 618 de la Hégira</i></p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 4 <i>láminas</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 44141)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros firmado y datado, sin *alidada* y con daños en algunos punteros de la *araña*. Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī, fue un importante astrolabista del periodo almohade, de origen sevillano, que trabajó tanto en Sevilla como en Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237.

El astrolabio está realizado en latón y no conserva ninguna de las incrustaciones de plata que debió tener en los orificios de los punteros de tipo geométrico de su *araña* aunque sí un anillo de borde festoneado en su círculo central. Sus *láminas* sirven un total de 8 latitudes (entre 30° y 40°30') de las que cuatro corresponden a territorio andalusí y el resto a otros lugares del Islam aunque en ningún caso se indica el nombre de ninguna ciudad.¹⁷² Lleva grabada información astrológica en el fondo de la *madre* y un calendario perpetuo en el *dorso*.

Su peso supera los dos kilos, convirtiéndolo en el astrolabio andalusí más masivo, algo que no justifican sus dimensiones, que están en el rango habitual. Un análisis de la composición

¹⁷² En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

metálica del latón utilizado en su manufactura podría explicar las razones de este peso tan alto.

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme.



2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y muy escasa en el *trono*.

En lo que respecta a la *araña*, los punteros que se conservan tienen forma geométrica con base trilobulada o circular y puntas rectas o levemente curvadas. La banda ecuatorial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica. En el círculo central se conserva un anillo de plata con borde festoneado. La banda ecuatorial aloja todos los elementos decorativos y se configura como uno de los elementos identificativos de las *arañas* de al-Jamā’irī. En el centro presenta un círculo alojado entre la propia banda ecuatorial y el anillo exterior de la *araña* y los laterales se rematan con sendos pilares sobre los que apoya un puntero de base trilobulada que se convierte en eje vertical de un semi-arco apuntado lobulado que enlaza con la propia banda ecuatorial. Todo el conjunto se comporta visualmente como una estructura de dos torres que sujetan una banda de la que cuelga el círculo que parece balancearse entre ellas.

El *trono* es de perfil triangular-acampanado con borde festoneado adornado con cuatro pequeñas volutas en los extremos superior e inferior, Es liso por su anverso y tiene la inscripción de autoría por el reverso.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña		
	Puntero de base trilobulada y remate en punta levemente curvada	Puntero de base perforada en forma de pera y punta recta
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial que es levemente asimétrica. Adorno central circular y laterales rematados con sendos pilares sobre los que apoya un puntero de base trilobulada y semi-arco apuntado bi-lobular.	

Adornos en la araña			
	Adorno en forma circular que aloja un puntero	Adorno en forma de semiarco apuntado bilobulado sobre pilar	Adorno circular de plata con borde festoneado
Trono			
	Perfil triangular-acampanado con borde festoneado y cuatro pequeñas volutas en los extremos superior e inferior		

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- **Madre:** consta de una placa circular de 200 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 11,2 mm de espesor y 13,9 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). En su borde exterior lleva grabadas marcas cada 15° que señalan, por tanto, las horas iguales, pero no lleva rotulados los valores numéricos. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión*, que son inseparables de la misma, es de 1015 gramos, valor realmente alto, el doble de la media. El fondo de la *madre* de 172,8 mm de diámetro, tiene grabados una serie de datos astrológicos organizados en 10 anillos concéntricos como sigue¹⁷³:

Nº	Inscripción en árabe transliteración y traducción	Nº de partes de división del anillo y sus datos
1 y 2	حدود اهل مصر <i>Ḥudūd ahl Miṣr</i> (Límite de los egipcios)	60 en el anillo 1 y 60 en el anillo 2 Cada una con la letra árabe que indica el planeta que la rige
3 y 4	حدود بطلمیوس <i>Ḥudūd Bṭulumūs</i> (Límite de Ptolomeo)	60 en el anillo 3 y 60 en el anillo 4 Cada una con la letra árabe que indica el planeta que la rige
5	المثلثات النهارية <i>Al-muthalathāt al-nahārīa</i> (Triplicidades del día)	36 partes, tres por cada uno de los 12 signos del zodiaco, cada una con la letra árabe que indica el planeta que la rige
6	البروج <i>Al-burūj</i> (El zodiaco)	12 partes cada una con el nombre en árabe del signo del zodiaco
7	المثلثات الليلية <i>Al-muthalathāt al-laylīa</i> (Triplicidades de la noche)	36 partes, tres por cada uno de los 12 signos del zodiaco, cada una con la letra árabe que indica el planeta que la rige.
8	الزيادة في السعادة <i>Al-zāyida fī al-sa'āida</i> (El incremento de la fortuna)	36 partes, cada una con información numérica en notación <i>abṯad</i> .
9	الدرجات <i>Al-darnayānāt</i> (Las dignidades)	36 partes, tres por cada uno de los 12 signos del zodiaco, cada una con la letra árabe que indica el planeta que la rige.

¹⁷³ Hay un buen número de estudios sobre las mansiones lunares, la presencia de los planetas regentes de los signos del zodiaco en los astrolabios y otros aspectos de la astrología, ver: ACKERMAN (2005), pp. 73-89; ACKERMAN (2004), pp. 134-164 y NORTH (1986).

Nº	Inscripción en árabe transliteración y traducción	Nº de partes de división del anillo y sus datos
10	الوجوه <i>Al-waḡūh</i> (Los decanos o caras)	36 partes, tres por cada uno de los 12 signos del zodiaco, cada una con la letra árabe que indica el planeta que la rige.

A continuación, en posición circular en torno al centro del fondo de la *madre* se ha grabado una inscripción que explica cómo se ha de entender la información de los diez anillos:

اثبت في جدول الحدود و الدر نجانات و الوجوه و المثلثات رسوم الكواكب بي اخر حروف اسمائها

Indiqué en la tabla los límites, las dignidades, los decanos y las triplicidades de los astros con la última letra de sus nombres.

- *Dorso*: tiene grabados 8 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan una escala con los valores de las cotangentes de los ángulos de 15° a 40° en divisiones de 3 en 3 rotuladas en notación *abḡad*. Los dos cuadrantes inferiores han perdido casi completamente la escala pero en medio de ambas se puede leer la inscripción *صلة لاصابع الظلین* (*ṣila li-āṣabi'a al-ḡalīn* = enlace para los dedos de las sombras) que evidencia la relación de esta escala con el doble *cuadrado de sombras* graduado en “dedos” cuya función refuerza y completa.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es *الجوزا* *al-ḡauḡzā* (el gigante).

Según este calendario, el punto Aries que marca el equinoccio de primavera corresponde al 14 de marzo.

El grupo de tres anillos más interior ofrece un calendario perpetuo y aunque la grafía se ha perdido casi completamente, puede identificarse el tipo de información grabada. El sexto anillo está dividido en 28 partes que representan el ciclo solar de 28 años al final del cual los días de la semana vuelven a caer de forma idéntica cada mes. El séptimo indica, del 1 al 7, el día de la semana en que comienza el año, de modo que el número 1 indica el domingo, el 2 el lunes y así hasta el 7 que corresponde al sábado. Cada 4 años está marcado el que es bisiesto con la letra árabe “k” con la empieza el término en árabe *kabīsa* (كبيسة) que quiere decir “bisiesto”. Este diagrama calendárico se encuentra también en los *dorsos* de otros astrolabios andalusíes y aparece descrito por primera vez en el Tratado del Astrolabio de Ibn al-Ṣaffār.¹⁷⁴

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las líneas verticales llevan la inscripción *اصابع الظل القايم* (*āṣabi'a al-ḡil al-qāīm* = dedos de la sombra versa) y la horizontal *اصابع الظل المبسوط* (*āṣabi'a al-ḡil al-mabsūṭ* = dedos de la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de dos en dos (2, 4, 6...12) en notación *abḡad*.

¹⁷⁴ Sobre los astrolabios con este calendario perpetuo ver punto 4.5.2.5. También ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y SAMSÓ (2007a), p. 70.

• *Araña*: tiene un diámetro de 172 mm, un grosor de 2,6 mm y pesa 183 gramos. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° con el valor numérico rotulado y cada parte subdividida en dos de 3° cada una. Los nombres de los signos del Zodiaco en árabe son idénticos a los del anillo zodiacal del *dorso*. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

Presenta un total de 29 punteros estelares de los cuales 14 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro. Cuatro de ellos (nº 20, 22, 24 y 26) están rotos y sólo conservan el arranque del puntero y la inscripción con el nombre de la estrella. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):¹⁷⁵

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁷⁶	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	الخضيب <i>al-jaḍīb</i> (la teñida)	Caph	β Cas
3	رأس الغول <i>ra's al-gūl</i> (la cabeza del ogro)	Algol	β Per
4	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	العبيق <i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
6	قدم الجوزا <i>qadam al-ṡawzā</i> (el pie del gigante)	Rigel	β Ori
7	مكب الجوزا <i>mankib al-ṡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
8	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumayṡā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	يد الدب <i>yad al-dub</i> (la mano del oso)	Talitha Borealis	ι UMa
11	ذقن الشجاع <i>ḍaqan al-ṡuṡā</i> (la barbilla de la hidra)	Zeta Hydrae	ζ Hya
12	رجل الدب <i>riṡl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa
13	عنق الشجاع <i>‘unuq al-ṡuṡā</i> (el cuello de la hidra)	Minchar	σ Hya
14	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
16	جناح الغراب <i>ṡanāḥ al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
15	القائد <i>al-qā'id</i> (la líder)	Alkaid	η UMa
17	السماك الرامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	Arturo	α Boo
18	السماك الاعزل	Azimech ó Spica	α Vir

¹⁷⁵ Para significado de Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

¹⁷⁶ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁷⁶	Nombre actual de la estrella	Identificación
	<i>al-simāk al-a'zal</i> (el excelso desarmado)		
19	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
20	عنق الحية ' <i>unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukalhai	α Ser
21	قلب العقرب <i>qālb al-'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
22	رأس الحواء <i>ra's al-ḥawā'</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
23	الواقع <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
24	الطائر <i>al-tā'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
25	ذنب الجدي <i>ḍanab al- ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
26	كعب الفرس <i>ka'ib al-faras</i> (el talón del caballo)	Ji Pegasi	χ Peg
27	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
28	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Markab	α Peg
29	ذنب قيطوس <i>ḍanab qaytūs</i> (la cola de la ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* muestra marcas de los diámetros, de los círculos estructurales y otras curvas que no tienen reflejo en el anverso.

- *Láminas*: tiene cuatro *láminas* grabadas por ambas caras. Todas tienen grabadas 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 72 curvas azimutales separadas de 5 en 5 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abyād*) y también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana).

Las líneas de oración, grabadas en línea de espina de pez, presentan diferencias en unas *láminas* respecto a otras. Sólo están marcadas en todas las *láminas* las correspondientes a los dos crepúsculos:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Hora 2 ^a Línea crepusculina
الفجر <i>al-faḡr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faḡr</i>	Hora 11 ^a Línea crepusculina

La ubicación de las líneas crepusculinas a 18° bajo la línea del horizonte y por tanto en los espacios de las horas 2ª y 11ª está recogida en el Tratado del Astrolabio del cordobés ibn al-Ṣaffār (m. 1035).¹⁷⁷

Además, la *lámina 2*, que sirve por una cara la latitud de Sevilla y por la otra la de Marrakech, tiene también grabadas las curvas de las otras dos horas de oración con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	خط الظهر Línea de <i>al-zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	خط العصر Línea de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 10ª

Adicionalmente, en las *láminas 1b, 3a y 4a* que sirven las latitudes de Tánger, Túnez y Fez, entre otras ciudades del norte de África, se han intentado grabar esas dos curvas de oración con muy poca precisión y una grafía no medieval. El instrumento ha sido utilizado, sin duda, en territorio magrebí.

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:


Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	لكل موضع عرضه ل <i>li-kul mawḍ‘a ‘arduḥu 30</i> Para todos los lugares de latitud 30°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 172 mm Espesor = 1 mm Peso = 191 gr
	1b	لكل موضع عرضه لو <i>li-kul mawḍa’ ‘arduḥu 36</i> Para todos los lugares de latitud 36°	
2	2a	لكل موضع عرضه ل <i>li-kul mawḍa’ ‘arduḥu 31-30</i> Para todos los lugares de latitud 31°30’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 172 mm Espesor = 1,2 mm Peso = 195 gr
	2b	لكل موضع عرضه لز ل <i>li-kul mawḍa’ ‘arduḥu 37-30</i> Para todos los lugares de latitud 37°30’	
3	3a	لكل موضع عرضه لج <i>li-kul mawḍa’ ‘arduḥu 33</i> Para todos los lugares de latitud 33°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 172 mm Espesor = 1,3 mm Peso = 213 gr
	3b	لكل موضع عرضه لط <i>li-kul mawḍa’ ‘arduḥu 39</i> Para todos los lugares de latitud 39°	
4	4a	لكل موضع عرضه لد ل <i>li-kul mawḍa’ ‘arduḥu 34-30</i> Para todos los lugares de latitud 34°30’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 172 mm Espesor = 1,1 mm Peso = 206 gr
	4b	لكل موضع عرضه م ل <i>li-kul mawḍa’ ‘arduḥu 40-30</i> Para todos los lugares de latitud 40°30’	

¹⁷⁷ MILLAS (1931), pp. 29-30.

Las latitudes son habituales en los astrolabios andalusíes y, aunque no se indica ninguna ciudad en las inscripciones, están cubiertos lugares como Sevilla, Córdoba, Granada, Valencia, Tortosa, Cairo, Algeciras, Fez, Túnez o Tánger.

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado rematado en cuatro volutas y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 24 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 45°. Esta forma de *trono* se repite en otros astrolabios de este autor.

La inscripción de autoría, ubicada en el reverso, está muy erosionada pero las marcas dejadas por el punzón al grabar permiten leerla:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>بسم الله صنع محمد بن فتوح الحمائري بمدينة اشبيلية في سنة خيخ الهجرة</p> <p><i>En el nombre de Dios, realizado por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla en el año 618 de la Hégira</i></p>	

El texto de la inscripción es prácticamente idéntico a la de los demás astrolabios que nos han llegado del mismo autor.

- *Sistema de suspensión*: sólo conserva el *asa* fijada al *trono*, carece de *anilla* circular.
- *Alidada*: no se conserva
- *Clavo y caballete*: son una adición posterior tipo tornillo y tuerca, con un peso total de 45 gramos.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue donado al museo en el momento de su creación en 1924 por uno de los más importantes coleccionistas de instrumentos científicos del mundo, Lewis Evans (1853-1930). Evans había comprado el astrolabio en París en 1910 al anticuario Vitali que tenía su negocio en Argelia.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GUNTHER (1932), pp. 275-276; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.2.g); MAYER (1956), pp. 64-66; MICHEL (1947), p. 184; PRICE (1955), p. 364 y 375; RENAUD (1942), pp. 20-21.

Catálogos online:

Museum of the History of Science “Ficha del astrolabio de Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī. N° inventario 44141”

[http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=255.html] (última consulta 14/05/2016).

A19: Astrolabio de al-Jamā'irī de 1224 Museo H^a de la Ciencia de Oxford

ICN / International Instrument Checklist Number = #130

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī Lugar: Sevilla Fecha: 621H/1224-1225</p> <p>Material: Latón y plata Diámetro: 18,6 cm Altura: 21,4 cm Espesor: 0,91 cm Peso = 1660 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafías: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abḡad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i>, <i>araña</i> y <i>trono</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el reverso del <i>trono</i>): <i>En el nombre de Dios, esto lo realizó Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla en el año 621 de la Hégira</i></p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 5 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 50934)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī, fue un importante astrolabista del periodo almohade, de origen sevillano, que trabajó tanto en Sevilla como en Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237.

El astrolabio está realizado en latón y su *araña* presenta punteros y elementos decorativos de tipo geométrico y conserva las incrustaciones de plata, tanto en las bases de casi todos los punteros como en los cuatro *mudīr*. Sus *láminas* sirven un total de 11 latitudes (entre 31°30' y 66°) de las que cinco corresponden a territorio andalusí y el resto a otros lugares del Islam aunque en ningún caso se indica el nombre de ninguna ciudad.¹⁷⁸ Las *láminas* 1a y 3a llevan grabado en una grafía distinta y de peor calidad los nombres de Marrakech y Fez respectivamente, indicando el uso de este astrolabio en territorio magrebí en fecha posterior a la

¹⁷⁸ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

original. En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y escasa en el *trono*. Los punteros de la *araña* tienen forma geométrica con base trilobulada o circular y puntas rectas o levemente curvadas. Como es habitual, los cuatro punteros que se apoyan en la eclíptica lo hacen a través









de una base trapezoidal donde está grabado el nombre de la estrella. Veintidós de los 29 punteros conservan las incrustaciones de semiesferas de plata. También conservan la plata los cuatro *mudīr* que tiene situados en los ejes horizontal y vertical. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un pequeño fragmento entre el anillo central y el de la eclíptica por su parte inferior.

La banda ecuatorial aloja todos los elementos decorativos y se configura como uno de los elementos identificativos de las *arañas* de al-Jamā'irī. En el centro presenta un círculo alojado entre la propia banda ecuatorial y el anillo exterior de la *araña* y los laterales se rematan con sendos pilares sobre los que apoya un puntero de base trilobulada que se convierte en eje vertical de un semi-arco apuntado lobulado que enlaza con la propia banda ecuatorial. Todo el conjunto se comporta visualmente como una estructura de dos torres que sujetan una banda de la que cuelga el círculo que parece balancearse entre ellas.

El *trono* es de perfil triangular-acampanado con borde festoneado adornado con cuatro pequeñas volutas en los extremos superior e inferior. El anverso tiene grabada una forma geométrica en posición central, formada por las intersecciones de un semicírculo y cuatro cuadrantes circulares, todos del mismo radio. El dibujo podría describir el modo de obtener geométricamente un arco tetralobulado partiendo de uno de medio punto. Por el reverso acoge la inscripción de autoría.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la <i>araña</i>		
	Puntero de base trilobulada y remate en punta levemente curvada apoyado en base trapezoidal	Puntero de base en forma de pera y punta recta con incrustación de semiesfera de plata

Adornos en la araña			
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial que es levemente asimétrica. Adorno central circular y laterales rematados con sendos pilares sobre los que apoya un puntero de base trilobulada y semi-arco apuntado bilobular.		
			
	Adorno en forma circular que aloja un puntero	Adorno en forma de semiarco apuntado lobulado sobre pilar rematado en puntero	Inscripción de una letra ي (ya) en el reverso del anillo de la eclíptica
Trono			
	Forma triangular, borde festoneado y cuatro pequeñas volutas en los extremos superior e inferior		Detalle del dibujo geométrico

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 186 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 9,1 mm de espesor y 12,7 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión*, que son inseparables de la misma, es de 784 gramos.

El fondo de la *madre* de 170 mm de diámetro, tiene grabada una proyección estereográfica para la latitud de 66° con las curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y las azimutales de 6 en 6 grados, con los valores numéricos rotulados en notación *abýad*. No hay ninguna otra inscripción ni tampoco se han grabado las *horas desiguales* puesto que este tipo de *láminas* cuyo valor de latitud está fuera del mundo conocido entonces, están destinadas sólo a usos matemáticos y astronómicos.

- *Dorso*: tiene grabados 8 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan una escala con los valores de las cotangentes de los ángulos de 15° a 40° en divisiones de 3 en 3 rotuladas en notación *abýad*. Los dos cuadrantes inferiores han perdido casi completamente la escala pero en medio de ambas se puede leer la inscripción *صلة لاصابع الظلين* (*şila li-āşabi'a al-*

zalīn = enlace para los dedos de las sombras) que evidencia la relación de esta escala con el doble *cuadrado de sombras* graduado en “dedos” cuya función refuerza y completa.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا *al-yaūzā* (el gigante).

Según este calendario, el punto Aries que marca el equinoccio de primavera corresponde al 14 de marzo.

El grupo de tres anillos más interior ofrece un calendario perpetuo. El sexto anillo está dividido en 28 partes que representan el ciclo solar de 28 años al final del cual los días de la semana vuelven a caer de forma idéntica cada mes. El séptimo indica, del 1 al 7, el día de la semana en que comienza el año, de modo que el número 1 indica el domingo, el 2 el lunes y así hasta el 7 que corresponde al sábado. Cada 4 años está marcado el que es bisiesto con la letra árabe “k” con la empieza el término en árabe *kabīsa* (كبيسة) que quiere decir “bisiesto”. En la doble escala siguiente, se muestran los valores que aparecen en los anillos y se marcan en oscuro los bisiestos, en concreto los años 2°, 6°, 10°, 14°, 18°, 22° y 26°, como sigue:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
3	4	6	7	1	2	4	5	6	6	2	3	4	5	7	1	2	3	5	6	7	1	3	4	5	6	1	2

Que debe leerse: en el año 1 del ciclo, el primer día de Enero cae en martes (3° día de la semana en el mundo islámico), en el año 2 del ciclo, que es bisiesto, el primer día de Enero cae en miércoles (4° día de la semana en el mundo islámico), en el año 3 del ciclo, el primer día de Enero cae en viernes,... y así sucesivamente hasta el vigésimo octavo año, a partir del cual se inicia de nuevo el ciclo. Este diagrama calendárico se encuentra también en los *dorsos* de otros astrolabios andalusíes y aparece descrito por primera vez en el Tratado del Astrolabio de Ibn al-Ṣaffār.¹⁷⁹

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las líneas verticales llevan la inscripción اصابع الظل القايم (*āṣabi'a al-ẓil al-qāīm* = dedos de la sombra versa) y la horizontal اصابع الظل المبسوط (*āṣabi'a al-ẓil al-mabsūṭ* = dedos de la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de dos en dos (2,4,6,..12) en notación *abyād*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 161 mm, un grosor de 2 mm y pesa 143 gramos. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° con el valor numérico rotulado y cada parte subdividida en dos de 3° cada una. Los nombres de los signos del Zodiaco en árabe son idénticos a los del anillo zodiacal del *dorso*. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

¹⁷⁹ Sobre los astrolabios con este calendario perpetuo ver punto 4.5.2.5. También ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y SAMSÓ (2007a), p. 70.

Presenta un total de 29 punteros estelares de los cuales 14 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro. Veintidós de los punteros conservan la semiesfera de plata incrustada en su base La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):¹⁸⁰

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁸¹	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	الخضيب <i>al-jaḍīb</i> (la teñida)	Caph	β Cas
3	راس الغول <i>ras al-gūl</i> (la cabeza del ogro)	Algol	β Per
4	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	العبيق <i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
6	قدم الجوزا <i>qadam al-ṡawzā</i> (el pie del gigante)	Rigel	β Ori
7	منكب الجوزا <i>mankib al-ṡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
8	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	يد الدب <i>yad al-dub</i> (la mano del oso)	Talitha Borealis	ι UMa
11	ذقن الشجاع <i>ḍaqan al- ṡuṡā’</i> (la barbilla de la hidra)	Zeta Hydrae	ζ Hya
12	رجل الدب <i>riṡl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa
13	عنق الشجاع <i>‘unuq al- ṡuṡā’</i> (el cuello de la hidra)	Minchar	σ Hya
14	قلب الاسد <i>qalb al-āsad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
16	جناح الغراب <i>ṡanāḥ al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
15	القائد <i>al-qā’id</i> (la primera plañidera)	Alkaid	η UMa
17	السماك الزامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	Arturo	α Boo
18	العزل <i>al-a’zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
19	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
20	عنق الحية <i>‘unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukalhai	α Ser
21	قلب العقرب <i>qālb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
22	رأس الحواء <i>ra’s al-ḥawā’</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
23	الواقع <i>al-wāqi’</i> (la que cae)	Vega	α Lyr

¹⁸⁰ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

¹⁸¹ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁸¹	Nombre actual de la estrella	Identificación
24	الطائر <i>al-tā'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
25	ذنب الجدي <i>ḍanab al- yadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
26	كعب الفرس <i>ka'ib al-faras</i> (el talón del caballo)	Ji Pegasi	χ Peg
27	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
28	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
29	ذنب قيطوس <i>ḍanab qaytūs</i> (la cola de la ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* muestra marcas de los diámetros, de los círculos estructurales, de los remaches de las incrustaciones de plata y presenta una letra ي (*ya*) grabada en la parte superior derecha del anillo de la eclíptica, a modo de prueba de la grafía.

- *Láminas*: tiene cinco *láminas* grabadas por ambas caras. Todas tienen grabadas 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 72 curvas azimutales separadas de 5 en 5 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abýad*) y también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). Respecto a las líneas de oración, están grabadas en espina de pez con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Hora 2ª Línea crepusculina
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-fayr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zühr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘ašr</i> : Por la tarde	عصر <i>‘ašr</i>	Hora 10ª

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	مراكش لكل موضع عرضه لال <i>Marrākuš li-kul mawḍa’ ‘arduḥu 31-30</i> Marrakech. Para todos los lugares de latitud 31°30’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 161 mm Espesor = 1,1 mm Peso = 160 gr
	1b	لكل موضع عرضه لول <i>li-kul mawḍa’ ‘arduḥu 36-30</i> Para todos los lugares de latitud 36°30’	
2	2a	لكل موضع عرضه لب ل <i>li-kul mawḍa’ ‘arduḥu 32-30</i>	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
		Para todos los lugares de latitud 32°30'	Diámetro= 161 mm Espesor = 1,2 mm Peso = 151 gr
	2b	لكل موضع عرضه لز ل <i>li-kul mawḍa' 'arduḥu 37-30</i> Para todos los lugares de latitud 37°30'	
3	3a	فاس لكل موضع عرضه لج ل <i>Fās li-kul mawḍa' 'arduḥu 33-30</i> Para todos los lugares de latitud 33°30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 161 mm Espesor = 1 mm Peso = 132 gr
	3b	لكل موضع عرضه لج ل <i>li-kul mawḍa' 'arduḥu 38-30</i> Para todos los lugares de latitud 38°30'	
4	4a	لكل موضع عرضه لد ل <i>li-kul mawḍa' 'arduḥu 34-30</i> Para todos los lugares de latitud 34°30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 161 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 125 gr
	4b	لكل موضع عرضه لطل ل <i>li-kul mawḍa' 'arduḥu 39-30</i> Para todos los lugares de latitud 39°30'	
5	5a	لكل موضع عرضه له ل <i>li-kul mawḍa' 'arduḥu 35-30</i> Para todos los lugares de latitud 35°30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 172 mm Espesor = 1 mm Peso = 126 gr
	5b	لكل موضع عرضه م ل <i>li-kul mawḍa' 'arduḥu 40-30</i> Para todos los lugares de latitud 40°30'	

Las láminas 1a y 3a llevan grabado en una grafía distinta y de peor calidad los nombres de Marrakech y Fez respectivamente, indicando el uso de este astrolabio en territorio magrebí para facilitar la selección de la lámina adecuada dado que, en la grafía original, sólo se indica el valor de la latitud. Es remarcable cómo se cubren las latitudes entre 31°30' y 40°30' de grado en grado, de modo que en la cara “a” de cada lámina se ofrecen las latitudes 31°30', 32°30', ... hasta 35°30' y en las respectivas caras “b” se ordenan igualmente de grado en grado las latitudes 36°30', 37°30' ... hasta 40°30'. Esta secuencia tan estricta no es habitual, aunque sí lo son los valores de latitudes elegidos que cubren la península Ibérica y el norte de África, la extensión del imperio almohade. Se echan de menos las latitudes de Meca, Medina y Cairo.

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde lobulado y es de una sola pieza con la madre y la corona. Su altura máxima es de 28 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 45°. Esta forma de *trono* se repite en otros astrolabios de este autor.

La inscripción de autoría está ubicada en el reverso:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>بسم الله هاذا ما صنع محمد بن فتوح الحمائري بمدينة اشبيلية في سنة خكا الهجرة</p> <p><i>En el nombre de Dios, esto lo realizó Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla en el año 621 de la Hégira</i></p>	

El texto de la inscripción es muy similar al del resto de astrolabios de este autor.

- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* y la *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 186 mm de longitud, 13,8 mm de anchura, 35 gramos de peso y un quiebro central. Sus dos pínulas se han perdido pero las marcas que quedan de su posición están a 150 mm de distancia.
- *Clavo y caballete*: son una adición posterior tipo tornillo y tuerca, con un peso total de 4 gramos.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue donado al museo en el momento de su creación en 1924 por uno de los más importantes coleccionistas de instrumentos científicos del mundo, Lewis Evans (1853-1930). Evans lo había comprado en 1911 a su amigo y colaborador E. B. Knobel, que, a su vez, lo había adquirido en 1876 en una pequeña tienda de muebles de segunda mano de Edimburgo donde le informaron de que provenía de la almoneda del Coronel North.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GUNTHER (1932), pp. 275-276; MAYER (1956), pp. 64-66; MICHEL (1947), p. 184; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.2.k); PRICE (1955), pp. 364 y 375; RENAUD (1942), pp. 20-21.

Catálogos online:

Museum of the History of Science “Ficha del astrolabio de Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī. N° inventario 44141”

[http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=255.html] (última consulta 14/05/2016).

A20: Astrolabio de al-Jamā'irī en el Smithsonian de Washington

ICN / International Instrument Checklist Number = #4001

<p style="text-align: center;">FRENTE</p>  <p>(no se conserva la <i>araña</i>)</p>	<p>Constructor: Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī</p> <p>Lugar: Sevilla</p> <p>Fecha: 621H/1224-1225</p> <hr/> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 18,5 cm</p> <p>Altura: 20,5 cm</p> <p>Espesor: 0,77 cm</p> <p>Peso = 942 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafías: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p style="text-align: center;">Inscripciones numéricas en notación árabe <i>ab'ýad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i></p> <p style="text-align: center;">Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i></p> <p style="text-align: center;">Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el reverso del <i>trono</i>):</p> <p style="text-align: center;"><i>En el nombre de Dios, esto lo realizó Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla en el año 621 de la Hégira</i></p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: <i>Madre</i>, 4 <i>láminas</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Museo Smithsonian Nacional de Historia de Washington (nº inv. 4001)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros incompleto pues le falta la *araña* y la *alidada* y sus cuatro *láminas* presentan suficientes diferencias como para poder pensar que pudo montarse con piezas provenientes de varios astrolabios posiblemente del mismo autor y en todo caso andalusíes. El *dorso* presenta daños en general que afectan a la legibilidad de las inscripciones por erosión y en su parte central parece haber sufrido el raspado voluntario de lo que allí estuviera grabado.

El autor, Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī, fue un importante astrolabista del periodo almohade de origen sevillano que trabajó tanto en Sevilla como en Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237.

El astrolabio está realizado en latón y al carecer de *araña* tiene escasos elementos decorativos, sólo concentrados en el *trono*. Sus *láminas* sirven un total de 9 latitudes (entre

21°40' y 66°) de las que sólo dos corresponden a territorio andalusí y el resto a otros lugares del Islam aunque en ningún caso se indica el nombre de ninguna ciudad.¹⁸²




En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos en todos los casos y de buena factura pero se identifican al menos dos grafías diferentes en las *láminas*. Este hecho unido a las diferencias en el color del latón y en los grosores y pesos de las *láminas* permiten afirmar que este instrumento es un conjunto de piezas provenientes de, al menos, dos astrolabios, posiblemente del mismo autor, porque presentan similitudes con otros de sus astrolabios conservados.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio no conserva su *araña* y por tanto sólo presenta decoración en el *trono* y escasa dentro del modelo austero de los astrolabios andalusíes. El *trono* presenta forma triangular-acampanada rematada por dos círculos que flanquean la cabeza del tornillo con el que se ancla el *asa* del *sistema de suspensión*. El anverso tiene grabada una forma geométrica en posición central, formada por las intersecciones de un semicírculo y cuatro cuadrantes circulares, todos del mismo radio. El dibujo podría describir el modo de obtener geométricamente un arco tetralobulado partiendo de uno de medio punto. Por el reverso acoge la inscripción de autoría.

La flor que decora el tornillo de anclaje del *asa* está presente tanto por el anverso como por el reverso con clara intención de señalar la importancia de ambas caras del astrolabio. Este tipo de anclaje con cabeza en forma de flor es infrecuente en los astrolabios andalusíes y de hecho sólo aparece a partir del siglo XV y en producciones de los reinos cristianos. Pudo haberse sustituido el sistema original de anclaje en algún momento de la vida de este instrumento.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Trono		
	Forma triangular-acampanada rematada por dos círculos. Borde suavemente festoneado. Anverso con dibujo geométrico y reverso con inscripción de autoría	
		
	Detalle de la flor que decora la cabeza del tornillo que fija el <i>asa</i> al <i>trono</i> , flanqueada por dos círculos	Detalle del dibujo geométrico: intersección de tres semicírculos del mismo radio.

¹⁸² En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

2.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 185 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 7,7 mm de espesor y 12,3 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre* con la *corona*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 462 gramos.

El fondo de la *madre*, de 160 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* con una proyección estereográfica correspondiente a una latitud de 66°, un valor que no corresponde con ningún lugar habitado en esas fechas y que se incorporaba a los astrolabios con fines de cálculo matemático. Tiene grabadas 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 60 curvas azimutales separadas de 6 en 6 grados, con sus valores numéricos rotulados en notación alfanumérica *abîad*. No cuenta con las líneas de las horas desiguales ni con la inscripción que indique la latitud de la *lámina*.

- *Dorso*: tiene grabados 8 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan una escala con los valores de las cotangentes de los ángulos de 15° a 40° en divisiones de 3 en 3 rotuladas en notación *abîad*. Los dos cuadrantes inferiores han perdido casi completamente la escala pero en medio de ambas se puede leer la inscripción *صلة لأصابع الظلین* (*şila li-āşabi'a al-ẓalīn* = enlace para los dedos de las sombras) que evidencia la relación de esta escala con el doble *cuadrado de sombras* graduado en “dedos” cuya función refuerza y completa.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es *الجوزا* *al-yaūzā* (el gigante).

Según este calendario, el punto Aries que marca el equinoccio de primavera corresponde al 14 de marzo.

El grupo de tres anillos más interior ofrece un calendario perpetuo. El sexto anillo está dividido en 28 partes que representan el ciclo solar de 28 años al final del cual los días de la semana vuelven a caer de forma idéntica cada mes. El séptimo indica, del 1 al 7, el día de la semana en que comienza el año, es decir, la epacta, de modo que el número 1 indica el domingo, el 2 el lunes y así hasta el 7 que corresponde al sábado. Cada 4 años está marcado el que es bisiesto con la letra árabe “k” con la empieza el término en árabe *kabīsa* (كبيسة) que quiere decir “bisiesto”. En la doble escala siguiente, se muestran los valores que aparecen en los anillos y se marcan en oscuro los bisiestos, en concreto los años 2°, 6°, 10°, 14°, 18°, 22° y 26°, como sigue:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
3	4	6	7	1	2	4	5	6	6	2	3	4	5	7	1	2	3	5	6	7	1	3	4	5	6	1	2

Que debe leerse: en el año 1 del ciclo, el primer día de Enero cae en martes (3° día de la semana en el mundo islámico), en el año 2 del ciclo, que es bisiesto, el primer día de Enero cae en miércoles (4° día de la semana en el mundo islámico), en el año 3 del ciclo, el primer día de

Enero cae en viernes,... y así sucesivamente hasta el vigésimo octavo año, a partir del cual se inicia de nuevo el ciclo. Este diagrama calendárico se encuentra también en los *dorsos* de otros astrolabios andalusíes y aparece descrito por primera vez en el Tratado del Astrolabio de Ibn al-Şaffār.¹⁸³

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las líneas verticales llevan la inscripción اصابع الظل القايم (*āṣabi'a al-ẓil al-qāim* = dedos de la sombra versa) y la horizontal اصابع الظل الميسوط (*āṣabi'a al-ẓil al-mabsūt* = dedos de la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de dos en dos en notación *abŷad*.

- *Araña*: no se conserva
- *Láminas*: tiene cuatro *láminas* grabadas por ambas caras con 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados. En cuanto a las curvas azimutales, las *láminas* 1 y 2 tienen 36 separadas de 10 en 10 grados y las *láminas* 3 y 4 tienen 72 líneas azimutales separadas de 5 en 5 grados, todas con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente.¹⁸⁴ En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado de 1 a 12 en notación *abŷad* y, en el caso de las *láminas* 3 y 4, también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). Además cuentan todas con curvas que marcan las horas de oración grabadas en líneas discontinuas con marcas de espina de pez, cuyas inscripciones son:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Hora 2ª Línea crepusculina (correspondiente a 18º bajo el horizonte)
الفجر <i>al-faŷr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faŷr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina (correspondiente a 18º bajo el horizonte)
الظهر <i>al-ẓuhr</i> : Tras el mediodía	خط الظهر Línea de <i>al-ẓuhr</i> (Nota: las <i>láminas</i> 1b, 3 y 4 no la tienen grabada)	Hora 8ª
العصر <i>al-‘ašr</i> : Por la tarde	خط العصر Línea de <i>al-‘ašr</i> (Nota: las <i>láminas</i> 1b, 3 y 4 no la tienen grabada)	Hora 10ª

Las inscripciones en cada *lámina* y las dimensiones y color de las mismas son las siguientes:

¹⁸³ Sobre los astrolabios con este calendario perpetuo ver punto 4.5.2.5. También ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y SAMSÓ (2007a), p. 70.


¹⁸⁴ Ambos términos sin el artículo “al” en las *láminas* 1 y 2.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	لعرض مكة كام <i>li'arḍ Maka 21- 40</i> Para la latitud de Meca 21°40'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 159 mm Espesor = 1,3 mm Peso = 154 gr
	1b	لعرض المدينة المشرفة كه ل <i>li'arḍ al-Madīna al-mušarrafa 25-30</i> Para la latitud de Medina 25°30'	
2	2a	لعرض مصر و لكل موضع عرضه ل <i>li'arḍ Misr wa li-kul mawḍ'a 'arduḥu 30</i> Para la latitud de Cairo y todos los lugares de latitud 30°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 159 mm Espesor = 1,1 mm Peso = 119 gr
	2b	لعرض مكناسة الزيتون و لكل موضع عرضه لد <i>li'arḍ Miknāsa al-zaītūn wa li-kul mawḍa' 'arduḥu 34</i> Para la latitud de Mequinenza y todos los lugares de latitud 34°	
3	3a	لكل موضع عرضه ل ل <i>li-kul mawḍa' 'arduḥu 31-30</i> Para todos los lugares de latitud 31°30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 159 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 72 gr
	3b	لكل موضع عرضه ل ل <i>li-kul mawḍa' 'arduḥu 36-30</i> Para todos los lugares de latitud 36°30'	
4	4a	لكل موضع عرضه ل ل <i>li-kul mawḍa' 'arduḥu 33-30</i> Para todos los lugares de latitud 33°30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 159 mm Espesor = 1,2 mm Peso = 130 gr
	4b	لكل موضع عرضه ل ل <i>li-kul mawḍa' 'arduḥu 38-30</i> Para todos los lugares de latitud 38°30'	

Es relevante destacar que sólo las láminas 3b y 4b con latitudes respectivas de 36°30' y 38°30' podrían ser usadas en la península Ibérica, en lugares como Almería y Córdoba respectivamente. Sorprende que no haya ninguna lámina dedicada a Sevilla siendo sevillano el firmante del astrolabio. Esto vuelve a reforzar la hipótesis de que falta una o más de las láminas originales y se han incorporado otras provenientes de otro astrolabio, quizá del mismo autor, pues si se comparan estas láminas con las que tienen otros astrolabios conservados de este astrolabista, se encuentran aspectos coincidentes tanto en unas como en otras.

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado y es de una sola pieza con la madre y la corona. Su altura máxima es de 20 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 40°. Esta forma de *trono* es similar a la del resto de astrolabios de este autor.

La inscripción de autoría, ubicada en el reverso, está muy erosionada pero las marcas dejadas por el punzón al grabar permiten leerla:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>بسم الله هاذا ما صنع محمد بن فتوح الحمائري بمدينة اشبيلية في سنة خكا الهجرة</p> <p><i>En el nombre de Dios, esto lo realizó Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla en el año 621 de la Hégira</i></p>	

El texto de la inscripción es muy similar al del resto de astrolabios de este autor.

- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* mediante un tornillo de cabeza decorativa en forma de flor, algo poco frecuente en los astrolabios andalusíes y más presente en la producción europea bajomedieval. Puede ser una adición posterior. El sistema se completa con una *anilla* circular.
- *Alidada*: no se conserva.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 15 mm, un peso de 5 gramos y su cabeza tiene un diámetro de 12 mm. El *caballete* es una adición contemporánea.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

No se ha conseguido información.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GIBBS y SALIBA (1984), pp. 184-187; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.2.j); MAYER (1956), pp. 64-66; MICHEL (1947), p. 184; RENAUD (1942), pp. 20-21.

A21: Astrolabio de al-Jamā'irī en el Museo Islámico del Cairo

ICN / International Instrument Checklist Number = #1148

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī Lugar: Sevilla o Marrakech Fecha: 628H/1230-1231</p> <p>Material: Latón y plata Diámetro: --- cm Altura: --- cm Espesor: --- cm Peso = --- gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> <p style="text-align: center;">FOTO NO DISPONIBLE</p>
<p style="text-align: center;">Grafías: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación árabe <i>ab'ýad</i>: en <i>madre, dorso, araña y láminas</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre, dorso, láminas, araña y trono</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: en el reverso del <i>trono</i> [no se ha podido leer]</p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: <i>Madre, araña, ¿? láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión.</i></p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Museo de Arte Islámico del Cairo (nº inv. 151 HARARI)</p>		

1.- Aspectos generales¹⁸⁵

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros firmado y datado por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī que fue un importante astrolabista del periodo almohade, de origen sevillano, que trabajó tanto en Sevilla como en Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237.

El astrolabio es de latón y conserva prácticamente todas las incrustaciones de plata que rellenan los orificios de los punteros de tipo geométrico de su *araña*. Es el ejemplar que nos ha llegado con más restos de esa plata que incrementaba la estética y el valor material del instrumento. Se desconoce el número de *láminas* que tiene y las latitudes que sirve. La única *lámina* visible bajo la *araña* en la foto con la que se ha trabajado corresponde a la latitud de 33°30' que es la de Marrakech. En cuanto a su grafía, es cúfica con marcas diacríticas, de trazo firme, elegante y homogénea, al menos por su cara frontal.

¹⁸⁵ Este astrolabio no se ha podido estudiar directamente. Los datos de esta ficha se han extraído de la observación de la única foto con la que se cuenta, la frontal que me facilitó la Dra. Flora Vafea a la que agradezco su generosidad.

2.- Aspectos decorativos






Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*, muy similar a la de otros astrolabios del mismo autor. En lo que respecta a la *araña*, sus punteros tienen forma geométrica con base trilobulada o en forma de pera y puntas rectas o levemente curvadas. La mayoría conserva una o más incrustaciones de plata que rellenan los orificios realizados en el latón proporcionando al astrolabio una bicromía dorado-plateada muy atractiva.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central y el de la eclíptica.

La banda ecuatorial se configura como uno de los elementos identificativos de las *arañas* de al-Jamā'irī. Presenta dos puntos de discontinuidad, tiene un círculo alojado entre el centro de la propia banda ecuatorial y el anillo exterior de la *araña* y los laterales se rematan con sendos pilares sobre los que apoya un puntero de base trilobulada. Todo el conjunto se comporta visualmente como una estructura de dos torres que sujetan una banda de la que cuelga el círculo que parece balancearse entre ellas.

El *trono* es de perfil triangular-acampanado con borde festoneado. Aunque no es visible, se supone que el reverso acoge la inscripción de autoría.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña				
	Puntero de base trilobulada y remate en punta recta con incrustaciones de plata (izda) y sin ellas (dcha)		Puntero de base en forma de pera con orificio central y punta levemente curvada, sin incrustación de plata (izda) y con ella (dcha)	
Adornos en la araña				
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial que es levemente asimétrica. Adorno central circular y laterales rematados con sendos pilares sobre los que apoya un puntero de base trilobulada con incrustación de plata. Banda ecuatorial con 2 puntos de discontinuidad.		Adorno en forma circular que aloja un puntero	
Trono				
	Forma triangular-acampanada y perfil festoneado			

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: lleva adherida una *corona* con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). No hay información sobre lo que lleva grabado en el fondo.
- *Dorso*: no hay información sobre él pero con seguridad responde al modelo andalusí con escala exterior graduada en grados, las cuatro escalas del calendario zodiacal y el *cuadrado de sombras*. David King indica en un estudio sobre los cuadrantes horarios universales que hay uno grabado en este *dorso* y que parece una adición realizada por manos europeas en el siglo XV.¹⁸⁶
- *Araña*: El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° cada una con el valor numérico rotulado. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

Presenta un total de 29 punteros estelares de los cuales 14 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro. Uno de ellos se ha perdido pero queda la inscripción. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):¹⁸⁷

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁸⁸	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	الخضيب <i>al-jaḍīb</i> (la teñida)	Caph	β Cas
3	رأس الغول <i>ra's al-gūl</i> (la cabeza del ogro)	Algol	β Per
4	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	العويق <i>al-'ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
6	قدم الجوزا <i>qadam al-ṡawzā</i> (el pie del gigante)	Rigel	β Ori
7	منكب الجوزا <i>mankib al-ṡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
8	العبور <i>al-'abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumaysā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	يد الدب <i>yad al-dub</i> (la mano del oso)	Talitha Borealis	ι UMa
11	زبانة السرطان <i>zubāna al-saraṭān</i> (la pinza del cangrejo)	Acubens	α Cnc
12	رجل الدب <i>riṡl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa

¹⁸⁶ KING (2005g), p. 239.

¹⁸⁷ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

¹⁸⁸ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁸⁸	Nombre actual de la estrella	Identificación
13	منير الشجاع <i>munīr al-šuyā'</i> (la luminosidad de la hidra) [el puntero se ha perdido, sólo queda la inscripción]	Minchar	σ Hya
14	قلب الأسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
15	فم الكاس <i>fam al-kās</i> (la boca de la copa)	Alkes	α Crt
16	القائد <i>al-qā'id</i> (la líder)	Alkaid	η UMa
17	السماك الرامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	Arturo	α Boo
18	الاعزل <i>al-a'zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
19	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
20	عنق الحية <i>'unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukalhai	α Ser
21	قلب العقرب <i>qālb al-'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
22	رأس الحواء <i>ra's al-ḥawā'</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
23	الواقع <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
24	الطائر <i>al-tā'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
25	سعد ناشرة <i>sa'id nāšira</i> (portadora de buenas noticias)	Nashira	γ Cap
26	كعب الفرس <i>ka'ib al-faras</i> (el talón del caballo)	Ji Pegasi	χ Peg
27	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
28	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
29	ذنب قيطوس <i>ḍanab qayṭūs</i> (la cola de la ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

• *Láminas*: se desconoce el número de *láminas* que tiene. La única visible en la fotografía frontal con la que se cuenta tienen grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte esa *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abyād*) y también alfabético (hora primera, hora segunda, ..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana).

Las únicas líneas de oración que tiene esa *lámina*, grabadas en línea de espina de pez, son las crepusculinas, rotuladas como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Hora 2ª Línea crepusculina
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-fayr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina

La ubicación de las líneas crepusculinas a 18° bajo la línea del horizonte y por tanto en los espacios de las horas 2ª y 11ª está recogida en el Tratado del Astrolabio del cordobés ibn al-Ṣaffār (m. 1035).¹⁸⁹

No es posible leer la inscripción relativa a la latitud que lleva grabada la única *lámina* visible en la fotografía pero las curvas de la proyección estereográfica corresponden a una latitud de 33° 30' asociada a la ciudad de Marrakech.

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. El arco de su base abarca un ángulo de 40°. Esta forma de *trono* se repite en otros astrolabios de este autor. Aunque no se cuenta con fotografía del reverso del trono debe estar allí la inscripción de autoría con el nombre de Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī y el año de manufactura del astrolabio.
- *Sistema de suspensión*: consta del *asa* en forma de omega fijada al *trono* y una *anilla* circular.
- *Alidada*: no hay información sobre ella
- *Clavo y caballete*: no hay información

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio perteneció a la colección Harari como se desprende de la identificación que tiene en el museo de arte islámico del Cairo en el que se encuentra en la actualidad.



BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.2.1); MAYER (1956), pp. 64-66; MICHEL (1947), p. 184; PRICE (1955), pp. 364 y 373; RENAUD (1942), pp. 20-21.

¹⁸⁹ MILLAS (1931), pp. 29-30.

A22: Astrolabio de al-Jamā'irī en Chicago

ICN / International Instrument Checklist Number = #153

FRENTE	Constructor: Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī Lugar: Sevilla Fecha: 634H/1236-1237	DORSO
	Material: Latón Diámetro: 19,4 cm Altura: 21,1 cm Espesor: 0,71 cm Peso = 1292 gr	
Grafía: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación <i>abḡad</i>: en <i>madre</i> , <i>dorso</i> , <i>láminas</i> y <i>araña</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i> , <i>dorso</i> , <i>láminas</i> y <i>araña</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el reverso del <i>trono</i>): <i>Lo realizó Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla en el año 634 de la Hégira</i>		
Elementos: <i>Madre</i> , <i>araña</i> , 5 <i>láminas</i> , <i>alidada</i> , <i>clavo</i> , <i>caballete</i> , <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i> .		
Conservado en: Adler Planetarium de Chicago (nº inv. M-35)		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī, fue un importante astrolabista del periodo almohade, de origen sevillano, que trabajó tanto en Sevilla como en Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237.

El astrolabio está realizado en latón y su *dorso* no responde completamente al modelo andalusí por carecer del *cuadrado de sombras*. La *araña* también presenta elementos disonantes como una banda solsticial en el interior de la eclíptica con un puntero inserto en un círculo en su punto central. Su banda equinoccial no presenta las habituales discontinuidades en su despliegue lineal y eso es también infrecuente en las *arañas* de astrolabios andalusíes.

Sus *láminas* sirven un total de 11 latitudes (entre 31°40' y 66°) de las que seis corresponden a territorio andalusí y el resto a otros lugares del Islam aunque en ningún caso se

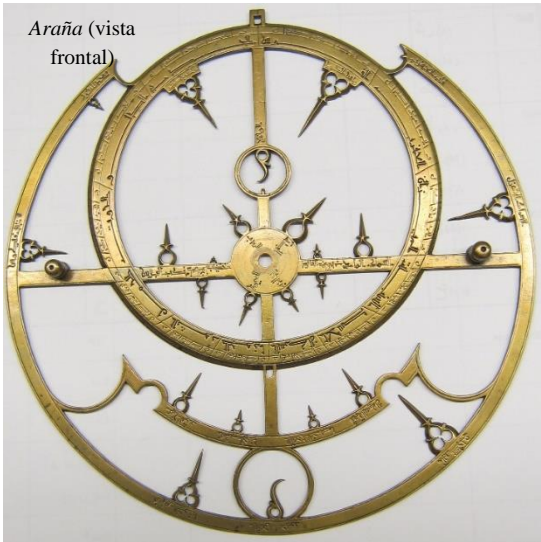
indica el nombre de ninguna ciudad.¹⁹⁰

En cuanto a su grafía cúfica, con puntos diacríticos muy marcados, es homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y escasa en el *trono*.

En lo que respecta a la *araña*, todos sus punteros tienen forma geométrica con base trilobulada o circular y puntas rectas o levemente curvadas. En cuanto a los elementos





decorativos son de forma circular o semicircular. En los extremos de la banda ecuatorial se presenta una interesante yuxtaposición de semicírculos cóncavos y convexos. Sorprende la presencia de la banda solsticial en el interior de la eclíptica segmentada por la inclusión de un adorno circular que cobija un puntero de base circular y punta levemente curvada. No se conoce otra solución decorativa como esta en la producción andalusí. Su banda equinoccial no presenta las habituales discontinuidades en su despliegue lineal y eso es también infrecuente en las *arañas* de astrolabios

andalusíes. El *trono* es de perfil triangular con borde festoneado con dos pequeños orificios a ambos lados del eje vertical. La *alidada* remata con unas formas festoneadas y sus pínulas tienen un orificio inferior en forma de arco de herradura.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Puntero de base trilobulada y punta recta	Puntero de base circular y punta recta	Puntero de base circular y punta levemente curva
Adornos en la araña			
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial dotada de dos semicírculos cerca de sus extremos y rematada a ambos lados por semicírculos convexos. Elemento decorativo central en forma circular que cobija un puntero de base circular.	Asociación de dos semicírculos adyacentes, uno cóncavo y otro convexo	Forma circular que cobija un puntero de base circular

¹⁹⁰ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

Trono		Alidada	
	Forma triangular-acampanada, borde festoneado y dos pequeños orificios enmarcados		Pínula de la <i>alidada</i> con orificio inferior en forma de arco de herradura. Remate festoneado de la <i>alidada</i> .

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 194 mm de diámetro que lleva adherida y remachada en cuatro puntos una *corona* de 7,1 mm de espesor y 12 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 628 gramos.

El fondo de la *madre*, de 170 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* de latitud medida 66° con curvas almicantares cada 3° que cubren toda la superficie de dicho fondo, extendiéndose más allá de la línea de horizonte, sin ninguna rotulación de los valores numéricos. Las curvas azimutales son 60 y tienen sus valores rotulados cada 6° . No hay ninguna inscripción alfabética que indique la latitud.

- *Dorso*: tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan una escala con los valores de las cotangentes de los ángulos de 0° a 50° en divisiones de 5 en 5 rotuladas en notación *abʿyad*. Estos cuadrantes suplen la función que realiza normalmente el *cuadrado de sombras*, ausente de este *dorso*. Desde la vertical inferior hacia la derecha se ha grabado la inscripción الظل المبسوط (*al-ẓil al-mabsūṭ* = la sombra extendida o recta) y desde la horizontal izquierda hacia abajo se ha grabado la inscripción القايم (*al-qāīm* = la versa).

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es التومان *al-tawmān* (los gemelos).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 15 de marzo.

El siguiente anillo, el más interior presenta una escala graduada de 0° a 90° , en cada uno de los cuatro cuadrantes, con los valores rotulados de 5 en 5 grados, en notación alfanumérica *abʿyad* y marcas de subdivisión cada 1° que acoge a un conjunto de curvas que no se encuentran en ningún otro astrolabio andalusí. La zona central superior lleva grabadas las curvas de las 24 horas del día para una latitud de hasta 66° y la zona central inferior tiene grabadas líneas paralelas verticales que la dividen en 24 partes, a modo de un doble cuadrante de senos.¹⁹¹

¹⁹¹ PINGREE (2009), p. 3.

• *Araña*: tiene un diámetro de 170 mm, un grosor de 1,8 mm y pesa 125 gramos. Cuenta con dos pequeños pomos (*mudīr*) para hacerla girar que están situados en los dos extremos de la banda equinoccial. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° cada una con el valor numérico rotulado y subdividido de 2 en 2 grados. La banda equinoccial no presenta discontinuidades en su despliegue lineal, algo sorprendente pues es una característica que se repite en los astrolabios andalusíes. También es singular la presencia de la banda solsticial que no aparece en la producción andalusí y sólo lo hace en la de los reinos cristianos en el siglo XIV.

Presenta un total de 24 punteros estelares de los cuales 11 están fuera del círculo de la eclíptica y 13 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta).¹⁹²

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁹³	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	الخضيب <i>al-jaḍīb</i> (la teñida)	Caph	β Cas
2	راس الغول <i>ras al-gūl</i> (la cabeza del ogro)	Algol	β Per
3	عين الثور <i>‘ayn al-ṭaūr</i> (el ojo del toro)	Aldebarán	α Tau
4	قدم الجوزا <i>qadam al-ḡawzā</i> (el pie del gigante)	Rigel	β Ori
5	العيوق <i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
6	منكب الجوزا <i>mankib al-ḡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
7	الشعرا العبور <i>al-ši‘rā al-‘abūr</i> (el líder el tránsito)	Sirio	α CMa
8	الشعرا الغميصا <i>al-ši‘rā al-gumayṣā</i> (el líder de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
9	يد الدب <i>yad al-dub</i> (la mano del oso)	Talitha Borealis	ι UMa
10	شفة السرطان <i>šafat al-saraṭān</i> (el labio del cangrejo)	Acubens	α Cnc
11	رجل الدب <i>riḡl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa
12	منير الشجاع <i>munīr al-šuḡā’</i> (la luminosidad de la hidra)	Mínchar	σ Hya
13	القائد <i>al-qā’id</i> (la líder)	Alkaid	η UMa
14	السماك الاعزل <i>al-simāk al-‘zal</i> (el excelso desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
15	السماك الرامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	Arturo	α Boo
16	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
17	قلب العقرب <i>qālb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
18	رأس الحواء	Ras Alhage	α Oph

¹⁹² Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

¹⁹³ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ¹⁹³	Nombre actual de la estrella	Identificación
	<i>ra's al-ḥawā'</i> (la cabeza del encantador de serpientes)		
19	النسر الطائر <i>al-nasr al-tā'ir</i> (el águila que vuela)	Altair	α Aql
20	الواقع <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
21	سعد ناشرة <i>sa'id nāšira</i> (portadora de buenas noticias)	Nashira	γ Cap
22	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
23	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Markab	α Peg
24	ذنب قيطوس <i>ḍanab qayṭūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

Sorprende la ausencia de una estrella presente en todos los astrolabios andalusíes como es *qalb al-asad* (el corazón del león) hoy denominada Regulus, de la constelación de Leo y también la presencia de punteros estelares que no aparecen en ningún otro astrolabio andalusí como *šafat al-saraṭān* (el labio del cangrejo) de la constelación de Cáncer. De nuevo nos enfrentamos a elementos para dudar de la atribución de este astrolabio a al-Andalus e incluso de su cronología medieval.

El reverso de la *araña* muestra marcas de los diámetros y los círculos estructurales.

- **Láminas:** tiene cinco *láminas* grabadas por ambas caras con 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 60 curvas azimutales separadas de 6 en 6 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abṡad*) y también alfabético (hora primera, hora segunda, ..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana). Respecto a las líneas de oración, grabadas en espina de pez, sólo se encuentran las correspondientes a los dos crepúsculos:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Hora 2ª Línea crepusculina
الفجر <i>al-faṡr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faṡr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina


Las curvas de las dos oraciones de la tarde sólo aparecen grabadas, con muy mala técnica y grafía muy irregular y de mala calidad, en las *láminas* 1b (latitud 36°40' que puede corresponder a Almería pero también a Túnez o Bugía) y 5a (latitud 36° que puede corresponder a Algeciras, Ceuta o Tánger). Estas curvas se pudieron grabar en época contemporánea a tenor de la grafía que muestran, y, grabadas en línea continua, están rotuladas como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	عصر <i>‘aṣr</i>	Hora 10ª

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	عرض لا م 'arḍ 31-40 (Latitud 31°40')	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 170 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 93 gr
	1b	عرض لو م 'arḍ 36-40 (Latitud 36°40')	
2	2a	عرض لج 'arḍ 33 (Latitud 33°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 170 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 90 gr
	2b	عرض لز م 'arḍ 37-40 (Latitud 37°40')	
3	3a	عرض لج م 'arḍ 33-40 (Latitud 33°40')	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 170 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 122 gr
	3b	عرض لط 'arḍ 39 (Latitud 39°)	
4	4a	عرض له 'arḍ 35 (Latitud 35°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 170 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 96 gr
	4b	عرض لطل 'arḍ 39-30 (Latitud 39°30')	
5	5a	عرض لو 'arḍ 36 (Latitud 36°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 170 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 112 gr
	5b	عرض م ل 'arḍ 40-30 (Latitud 40°30')	

• *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 17 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 42°. Esta forma de *trono* se repite en otros astrolabios de este autor. En la parte central del reverso se ubica la inscripción de autoría:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
صنعه محمد بن الفتوح الخماري بمدينة اشبيلية في سنة خلد الهجرة <i>Lo realizó Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī en la ciudad de Sevilla en el año 634 de la Hégira</i>	

El texto de la inscripción es muy similar al del resto de astrolabios de este autor.

- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 190 mm de longitud, 8,1 mm de anchura, 19 gramos de peso y no presenta quiebro central. Sus dos pínulas están a 160 mm de distancia una de la otra y cada una presenta

un orificio circular para realizar la alineación visual y una abertura en la parte inferior en forma de arco de herradura.

- *Clavo y caballete*: parecen del mismo material que el resto de las piezas.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio llegó al Adler Planetarium en 1930 tras la adquisición por Philip Fox, director del departamento de astronomía de la universidad de Northwestern y primer director del Adler Planetarium de 550 objetos de la colección Mensing. La compra se hizo a petición de Max Adler, fundador del planetario y museo que lleva su nombre, en ese mismo año de 1930.¹⁹⁴

Su anterior propietario fue, por tanto, Anton.W.N. Mensing, director de la casa de subastas Müller en Amsterdam, que lo adquirió en 1922. El propietario previo fue el estado francés que lo sacó a subasta en marzo de 1922 junto a toda la colección de instrumentos científicos del coleccionista alemán Raoul Heilbronner que fue expoliado de sus bienes por el estado francés en 1914 cuando estalló la I Guerra Mundial. Consta que en 1900 el astrolabio ya pertenecía a Heilbronner.

Los archivos de los conservadores del Adler Planetarium registran varias intervenciones desde 1994 consistentes en limpieza del metal y mejora de la adherencia de la *corona* con la placa base de la *madre*.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

ENGELMANN (1924), p. 15, nº 35; GUNTHER (1932), p. 300; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.2.m); MAYER (1956), pp. 64-66; MICHEL (1947), p. 184; PINGREE (2009), pp. XX y 2-5; PRICE (1955), p. 364 y 372; RENAUD (1942), p. 21; STEPHENSON, BOLT & FRIEDMAN (2000), p. 65.



Catálogos on-line

Catálogo online del Adler Planetarium “Ficha del astrolabio nº inv. M-35” [[Permalink](#)] (última consulta: 13/02/2016).

¹⁹⁴ WEBSTER (1998), pp. IX-X.

A23: Astrolabio almohade en el Museo Capodimonte

ICN / International Instrument Checklist Number = #3551

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo. Seguidor de al-Jamā'irī Lugar: ¿Sevilla? Fecha: Atribuida <i>ca.</i> 1237</p> <p>Material: Latón Diámetro: 18,1 cm Altura: --- Espesor: --- Peso: 1450 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafía: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación <i>abjad</i>: en <i>madre, dorso, araña y láminas</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre, dorso, láminas y araña</i> Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: <i>Madre, araña, 5 láminas, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión.</i></p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Museo Capodimonte de Nápoles (nº inv. 4994)</p>		

1.- Aspectos generales¹⁹⁵

Este astrolabio anónimo fue atribuido por Ornella Marra al astrolabista sevillano Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī, activo en Sevilla y Marrakech y del que nos han llegado un total de doce astrolabios (algunos incompletos) y dos azafeas, todos fechados entre 1212 y 1237.¹⁹⁶ Sin embargo David King se inclina por considerarlo obra de un seguidor de al-Jamā'irī posiblemente con taller en la propia ciudad de Sevilla, opción que considero más probable.¹⁹⁷ Estilísticamente el astrolabio se relaciona con la producción de al-Jamā'irī pero con detalles decorativos del astrolabista almohade, activo en Marrakech, Abū Bakr ibn Yūsuf. El movimiento de astrolabios entre al-Andalus y el resto del imperio almohade debió ser continuo.

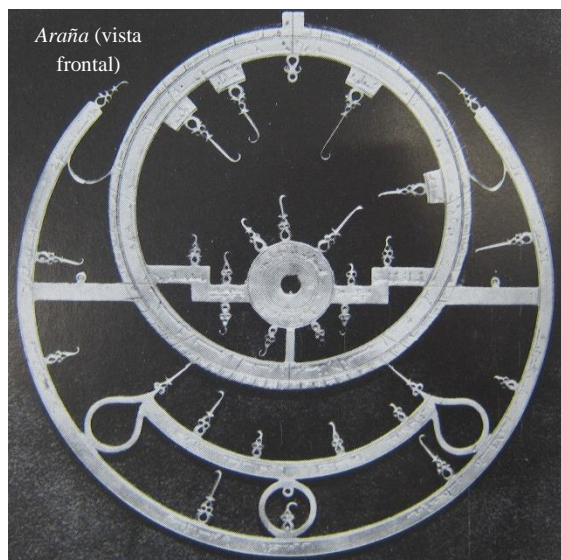
Nos ha llegado completo, salvo la *alidada* pero con trazas de que su *dorso* ha sido lijado, quizá para eliminar la inscripción de autoría. Una de sus cinco *láminas* parece haber sido retallada por una de sus caras en fecha posterior y, aunque carece de inscripciones alfabéticas o numéricas, sus curvas corresponden a una latitud de 42°, normalmente asociada a Gerona,

¹⁹⁵ Este astrolabio no se ha podido estudiar in situ. El contenido de la ficha se ha extraído de la bibliografía indicada al final, especialmente del magnífico artículo firmado en 1984 por Ornella Marra y de la lectura de las inscripciones, hasta donde es posible, de sus fotografías de poca calidad.

¹⁹⁶ MARRA (1984), pp. 292-295.

¹⁹⁷ KING (2005f), p. 1011.

Barcelona o Roma, muy alejadas del territorio andalusí durante el periodo almohade. Esto invita a considerar que pudo pasar por manos cristianas.



El astrolabio está realizado en latón y los pequeños orificios en los punteros de la *araña* y en los *mudīr* pudieron incorporar incrustaciones de plata. Tanto las terminaciones de los punteros en forma de gancho como los elementos decorativos en forma de pera sugieren influencia del astrolabista Abū Bakr ibn Yūsuf activo en Marrakech y contemporáneo de al-Jamāʿirī.

Sus *láminas* sirven un total de nueve latitudes (entre 21°40' y 66° norte) de las que sólo tres corresponden a ciudades andalusíes, Sevilla, Granada y Badajoz. En el fondo de la *madre* lleva grabada una *lámina astrológica* para uso en la latitud de Sevilla y esto es un argumento a favor de considerar que fue el lugar en que se realizó el astrolabio.

En cuanto a su grafía, es cúfica sin puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo suelto.

2.- Aspectos decorativos


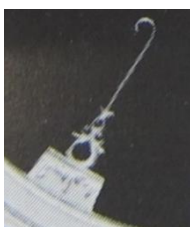




Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. En lo que respecta a la *araña*, todos sus punteros tienen forma geométrica, de base bulbosa con orificio central sobre la que descansa un pequeño trifolio que da apoyatura a una punta recta rematada en forma de gancho. Es el astrolabista almohade Abū Bakr ibn Yūsuf, del que no hay evidencias de que trabajara en al-Andalus, quien opta por los ganchos para el remate de los punteros de sus *arañas* y su presencia aquí puede denotar influencia de ese astrolabista en el autor de nuestro astrolabio. Es relevante indicar que al-Jamāʿirī sí estuvo en Marrakech y realizó allí algunos de sus astrolabios.

Los elementos decorativos se reducen a tres formas geométricas situadas entre la banda ecuatorial y la exterior, el círculo de Capricornio. Uno es un círculo que aloja un pequeño puntero en su interior, el correspondiente a la estrella Sirio, elemento muy habitual en los astrolabios andalusíes desde periodo omeya. Los otras dos tienen forma de pera y rematan la banda ecuatorial por sus dos extremos. El de la derecha da soporte a un puntero estelar, el de la izquierda es meramente decorativo y contribuye a la simetría del diseño. Estas formas no tienen precedentes en al-Andalus y son la seña de identidad de las *arañas* del astrolabista almohade Abū Bakr, al que nos hemos referido ya como fuente de influencia del autor de este astrolabio.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y sólo cuenta con un pequeño fragmento de la banda solsticial que une el círculo central con la eclíptica.

El *trono* es de perfil triangular con borde festoneado y tiene cuatro orificios situados dos a dos simétricamente respecto del eje vertical y que pudieron llevar incrustaciones de plata.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña	 			
	Puntero de base bulbosa con orificio central sobre la que descansa un trifolio que da apoyatura a una punta recta rematada en forma de gancho			
Adornos en la araña				
	Estructura decorativa con banda ecuatorial rematada a ambos lados por elementos en forma de pera y con otro círculo central que cobija un puntero	Círculo central que cobija un puntero.	Elemento en forma de pera	
Trono				
	Forma triangular con borde festoneado y cuatro orificios situados dos a dos simétricamente respecto al eje vertical y que pudieron llevar incrustaciones de plata			

3.- Descripción de las partes del astrolabio

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 181 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 8 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El fondo de la *madre* de 172 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina astrológica* con las doce casas celestes subdivididas en tres partes cada una, construidas según el método de proyección de los rayos y para uso en la latitud de Sevilla.¹⁹⁸ Cada una de las casas está numerada: casa primera, casa segunda, casa tercera,....., casa duodécima.

En el centro del fondo de la *madre* se ubica la siguiente inscripción:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción
<p>مطرح ساعات الكواكب وتسويات البيوت الاثنا عشر لعرض اشبيلية</p> <p><i>Maṭariḥ šu'ā'āt al-kawākat wa taswiyat al buyūt al-iṭna 'ašar li-'arḍ Iṣbīliya</i></p> <p>Proyección de los rayos de los astros y establecimiento de las doce casas para la latitud de Sevilla</p>

¹⁹⁸ Sobre el método de proyección de rayos ver CASULLERAS y HOGENDIJK (2012), pp. 62-79 y SAMSÓ y BERRANI (1999), pp. 302-306.

- **Dorso:** Presenta alteraciones como si hubiera sido lijado, quizá para borrar la inscripción de autoría. Tiene grabados 5 anillos. El más exterior tiene borrada la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Esta escala es esencial para el uso del astrolabio por lo que resulta inexplicable su ausencia. Los dos cuadrantes inferiores presentan, cada uno, una escala con los valores de las cotangentes comprendidos entre 4 y 40 rotulados en notación *abyād*. En medio de ambas no hay ninguna inscripción pero estas escalas están relacionadas con el doble *cuadrado de sombras* cuya función refuerzan y completan.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-yāwzā* = el gigante).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las dos líneas verticales llevan la misma inscripción منكوس (*mankūs* = versa) y la única inscripción horizontal مبسوط (*mabsūt* = horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de dos en dos (2, 4, 6, 8, 10, 12) en notación *abyād*.

- **Araña:** El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° con el valor numérico rotulado en notación *abyād*. Los nombres de los signos del Zodiaco están rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso*. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 29 punteros estelares de los cuales 14 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro.¹⁹⁹ La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):²⁰⁰

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁰¹	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>batn qaytūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	خضيب <i>jaḍīb</i> (teñida)	Caph	β Cas
3	غول <i>gūl</i> (ogro)	Algol	β Per
4	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	العبيوق <i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
6	رجل الجوزا <i>riḡl al-yāwzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
7	منكب الجوزا <i>mankib al-yāwzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori

¹⁹⁹ Ha sido imposible la lectura de todos los nombres en árabe inscritos en la *araña* por la poca calidad de las fotografías disponibles. Cuando la lectura no se ha podido hacer, se incluye la realizada por Ornella Marra.

²⁰⁰ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁰¹ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁰¹	Nombre actual de la estrella	Identificación
8	العُبور <i>al- 'abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغَمِيصَا <i>al-gumayyā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	La baja calidad de las fotos no permite leerlo. Por la posición podría ser: <i>yad al-dub</i> (la mano del oso)	Talitha Borealis	ι UMa
11	La baja calidad de las fotos no permite leerlo. Por la posición podría ser: <i>riyl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa
12	La baja calidad de las fotos no permite leerlo. Por la posición podría ser: <i>daqan al- šuyā'</i> (la barbilla de la hidra)	Zeta Hydrae	ζ Hya
13	La baja calidad de las fotos no permite leerlo. Por la posición podría ser: <i>munir al- šuyā'</i> (la luminosidad de la hidra)	Minchar	σ Hya
14	قَلْبُ الْأَسَدِ <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
15	جَنَاحُ الْغُرَابِ <i>yānāḥ al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
16	نَعْشُ <i>na 'š</i> (ataúd)	Alkaid	η UMa
17	الْعَزَلُ <i>al-a 'zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
18	السَّمَاءُ الرَّامِحِ <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	Arturo	α Boo
19	الْفَكَّةُ <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
20	الْحَيَّةُ <i>al-ḥaya</i> (la serpiente)	Unukalhai	α Ser
21	قَلْبُ الْعَقْرَبِ <i>qalb al- 'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
22	رَأْسُ الْحَوَاءِ <i>ra 's al-ḥawā'</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
23	الْوَاقِعُ <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
24	الطَّائِرُ <i>al-tā 'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
25	الدَّلْفِينِ <i>al-dulfin</i> (el delfín)	Deneb Dulfín	ϵ Del
26	ذَنْبُ الْجَدْيِ <i>ḍanab al- yadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
27	الرَدْفِ <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
28	مَنْكَبُ فَرَسٍ <i>mankib faras</i> (hombro de caballo)	Scheat	β Peg
29	ذَنْبُ قَيْطُوسٍ <i>ḍanab qaytūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

- **Láminas:** tiene cinco láminas grabadas por ambas caras. Cuatro de ellas tienen grabadas 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 72 curvas azimutales separadas de 5 en 5 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada lámina está grabado مغرب (*magrib*: occidente) و مشرق (*mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abýad*) y también

alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana).). Además, las cuatro cuentan con las curvas que marcan las horas de oración, con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino, tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Hora 2ª. Línea crepusculina
الفجر <i>al-faṣṣr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faṣṣr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	خط الظهر Línea de <i>al-zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	خط العصر Línea de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 10ª

La quinta lámina es diferente. Presenta una proyección estereográfica para la latitud de 66° por una cara y por la otra no incluye ninguna inscripción ni numérica ni alfabética aunque las 15 curvas almicantares, separadas de 6 en 6 grados que están grabadas sirven una latitud de 42° que corresponde a Zaragoza o a Roma, no presenta curvas de oración y parece un retallado realizado quizá en territorio cristiano, sobre una lámina original previa.

El tipo de cada una de las cinco láminas y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina
1	1a	مكة حرسها الله و كل بلد عرضه كا م <i>Maka ḥarṣuhā Allah wa kul balad ‘arḍuhu 21-40</i> Meca guárdela Dios y todo lugar de latitud 21°40’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	1b	يثرب مدينة الرسول عله السلام و كل بلد عرضه كه <i>Yatrib madīnat al-rasūl ‘alahu al-salām wa kul balad ‘arḍuhu 25</i> Medina ciudad del enviado, sobre él la paz y todo lugar de latitud 25°	
2	2a	مراكش و كل بلد عرضه ل ل <i>Marrākuṣ wa kul balad ‘arḍuhu 30-30</i> Marrakech y todo lugar de latitud 30°30’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	2b	فاس و كل بلد عرضه لب ل <i>Fās wa kul balad ‘arḍuhu 32-30</i> Fez y todo lugar de latitud 32°30’	
3	3a	سبتة و كل بلد عرضه له ك <i>Sebta wa kul balad ‘arḍuhu 35-20</i> Fez y todo lugar de latitud 35°20’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	3b	غرناطة و كل بلد عرضه لز ل <i>Garnāta wa kul balad ‘arḍuhu 37-30</i> Granada y todo lugar de latitud 37°30’	
4	4a	اشبيلية و كل بلد عرضه لز يه <i>Iṣbīliya wa kul balad ‘arḍuhu 37-15</i> Sevilla y todo lugar de latitud 37°15’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	4b	بطلوس و كل بلد عرضه لط ل <i>Baṭaliyūs wa kul balad ‘arḍuhu 39-30</i> Badajoz y todo lugar de latitud 39°30’	
5	5a	--- [Incompleta, sin inscripción. Sus curvas indican la latitud 42°]	De latitud con proyección

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina
	5b	<p>عرض صو. تعرف منه مواضع الكواكب في الطولو العرض</p> <p><i>'Arḍ 66. Tu'rafu minhu mawāḍi' al-kawākib fī'l-ṭūl wa'l-'arḍ</i></p> <p>Latitud 66°. Por la cual se conoce la posición de los astros en la longitud y la latitud.</p>	estereográfica por ambas caras

Como puede observarse, sólo tres de las caras sirven ciudades de al-Andalus en periodo almohade: Sevilla, Granada y Badajoz.

- *Trono*: tiene perfil triangular acampanado con borde festoneado.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* y una *anilla* circular.
- *Alidada*: no se conserva.
- *Clavo y caballete*: pueden ser adiciones posteriores. También es una adición posterior una pieza en forma de X que se ha colocado sobre la *araña* y que no es una pieza de astrolabio.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Este astrolabio se encuentra en Italia al menos desde 1768, fecha en la que el cardenal Stefano Borgia (1731-1804) fundó el Museo Borgiano en su palacio de Velletri para alojar objetos de la colección familiar. En el documento fundacional se registran una serie de piezas con inscripciones cúficas entre los que se encuentra este astrolabio y el otro conservado en el Museo Capodimonte (ficha A33). El astrolabio aparece citado en documentos de este museo de 1796, 1805 y 1806.



El conde Camilo Borgia, heredero de los bienes del cardenal a su muerte en 1804, intentó vender casi la totalidad de los objetos del museo, entre ellos el astrolabio, al rey de Dinamarca, pero el papa Pío VII vetó la exportación. Después trató de venderla a Napoleón pero su caída del poder canceló el proyecto. Finalmente la adquirió el rey de Nápoles Fernando I de Borbón en 1817 como consta en un documento en el que se registran todos los objetos comprados para el Museo Real Borbónico (hoy Museo Arqueológico de Nápoles), incluido este astrolabio que aparece en los catálogos de 1824 y 1857. En 1957 se trasladó toda la colección de piezas de las edades Media y Moderna al Museo de Capodimonte donde se encuentra el astrolabio en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

DA SCHIO (1880), p. 249; KING (2005f), p. 1011 (apartado 6.14.a); MARRA (1984), pp. 272-295; SCERRATO (1967), pp. 33-34.

A24: Astrolabio de ibn Ḥātim en Adler Planetarium Chicago

ICN / International Instrument Checklist Number = #154

FRENTE	<p>Constructor: Muḥammad ibn Yūsuf ibn Ḥātim</p> <p>Lugar: ¿Sevilla? ¿Granada?</p> <p>Fecha: 638H/1240-1241</p>	DORSO
	<p>Material: Latón y plata</p> <p>Diámetro: 15,3 cm</p> <p>Altura: 18 cm</p> <p>Espesor: 0,76 cm</p> <p>Peso = 854 gr</p>	
<p>Grafía: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p>Inscripciones numéricas en notación <i>abʿyād</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el reverso del <i>trono</i>):</p> <p><i>Realizado este astrolabio por Muḥammad ibn Yūsuf ibn Ḥātim, que Dios le perdone, año 638.</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 5 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y sistema de <i>suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Adler Planetarium de Chicago (nº inv. M-36)</p>		

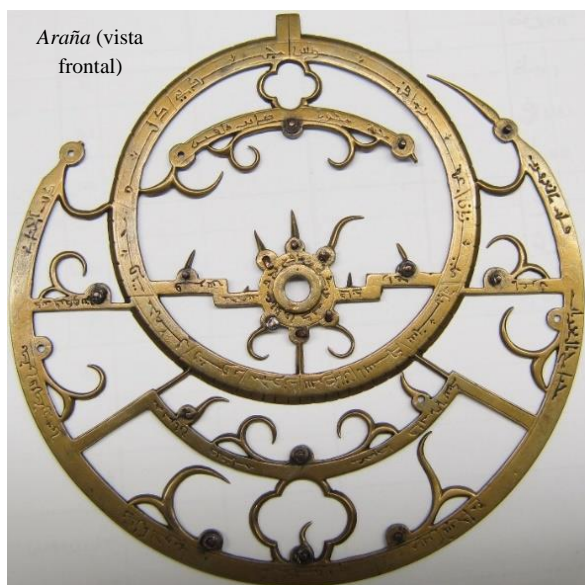
1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado, aunque sin indicar la ciudad, y es el único que se conserva de Muḥammad ibn Yūsuf ibn Ḥātim.

El astrolabio está realizado en latón y conserva incrustaciones de plata en algunos punteros de la *araña* en forma de doble palmeta, un elemento decorativo vegetal presente en la decoración andalusí, tanto en objetos metálicos como en marfil, textiles, madera y en estucos de recubrimiento arquitectónico en lugares como la Alhambra.

Destaca la presencia de dos delicados tetralóbulos, elementos decorativos presentes en *arañas* de astrolabios islámicos desde el siglo X. También el *trono* incorpora dobles palmetas de lóbulos finos y lisos. Sus *láminas* sirven un total de 10 latitudes (entre 21°40' y 42°) de las que cuatro corresponden a ciudades andalusíes y el resto a otros territorios del Islam, llevando

sólo rotulados los nombres de las ciudades de Toledo y Burgos, que hacía dos siglos que no eran andalusíes.²⁰²



En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos pero se identifican tres manos distintas, una en el *dorso* del astrolabio, que es donde está la inscripción de autoría, otra en la *araña* y cuatro de sus *láminas* y una tercera en la quinta *lámina* que parece retardataria, quizá del siglo XI.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña*, el *trono* y una pequeña y esquemática decoración vegetal en el *dorso*, en torno al *cuadrado de sombras*. La *araña* conserva restos

de las incrustaciones de plata en los orificios de los punteros consistente en un vástago central de cobre y un pequeño cilindro de plata que lo rodea. La pérdida de la plata en varios de los punteros deja ver completamente el vástago de cobre. En el resto de los casos, se aprecia una leve policromía con un círculo central de cobre rojizo rodeado por otro de plata. Cinco de los punteros han perdido completamente el motivo incrustado y se deja ver el orificio en el latón que lo alojó.

Once de los veintiséis punteros tienen forma de doble palmeta lisa, con un pétalo libre para marcar la posición de la estrella y el otro fijado a la estructura de la *araña* para no crear confusión e incrementar la solidez del puntero. Hay once punteros resueltos con una palmeta simple de base circular perforada y cuerpo fino y liso y dos con una simple punta recta. La doble palmeta es un elemento decorativo vegetal presente en la decoración andalusí, tanto en objetos metálicos como en marfil, textiles, madera y en estucos de recubrimiento arquitectónico.

La *araña* cuenta con un fragmento de la banda ecuatorial en la parte superior de la misma que se une a la eclíptica mediante un adorno en forma de cuadrifolio. Esa banda ecuatorial superior da soporte a cuatro punteros









También es un cuadrifolio el adorno que cobija uno de los punteros con tipología de palmeta simple y que está situado en la parte inferior de la *araña*, entre la banda ecuatorial y el círculo exterior, el de Capricornio.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un pequeño fragmento entre el anillo central y el de la eclíptica por su parte inferior. Dos pequeños arcos rebajados completan la estructura en la unión del anillo de la eclíptica con el ya indicado círculo de Capricornio.

²⁰² En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

El *trono* es de perfil triangular-acampanado con una serie de dobles palmetas entrelazadas. La *alidada* remata en puntas lobuladas y sus pínulas tienen un orificio inferior en forma de arco de herradura.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			Adorno en el dorso	
	Puntero en doble palmeta lisa, con un pétalo libre para marcar la posición de la estrella y el otro fijado a la estructura de la <i>araña</i> . Detalle de la incrustación de plata mediante vástago de cobre.	Puntero en palmeta simple, de base circular con incrustación de plata		Hoja trifoliada en la esquina del <i>cuadrado de sombras</i>
Adornos en la araña				
	Estructura decorativa inferior: fragmento de la banda ecuatorial con remates laterales en forma de torre y elemento decorativo central en forma de cuadrifolio que cobija un puntero en forma de palmeta simple			Cuadrifolio que cobija un puntero en forma de palmeta simple
				
	Estructura decorativa superior: fragmento de la banda ecuatorial unido a la eclíptica mediante un cuadrifolio			Detalle del cuadrifolio superior
Trono		Alidada		
Perfil triangular con dobles palmetas entrelazadas		Pínula de la <i>alidada</i> con orificio inferior en forma de arco de herradura. Remate lobulado de la <i>alidada</i> .		

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 153 mm de diámetro que lleva adherida y remachada en un punto una *corona* de 7,6 mm de espesor y 8,3 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 349 gramos. El fondo de la *madre* no tiene nada grabado.
- *Dorso*: tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan una

escala con los valores de las cotangentes de los ángulos de 15° a 40° en divisiones de 3 en 3 rotuladas en notación *abýad*. Desde la vertical inferior hacia la derecha se ha grabado la inscripción *الظل المبسوط* (*al-ẓil al-mabsūt* = la sombra extendida o recta) y desde la horizontal izquierda hacia abajo se ha grabado la inscripción *اقدام الظل* (*aqdām al-ẓil* = los pies de la sombra), evidenciando la relación de esta escala con el doble *cuadrado de sombras* cuya función refuerza y completa.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es *الجوزا* *al-yaūzā* (el gigante). Cada mes aparece acompañado por un número que indica el día de la semana con el que comienza: 1 [Enero], 4 [Febrero], 4 [Marzo], 7 [Abril], 2 [Mayo], 5 [Junio], 7 [Julio], 3 [Agosto], 6 [Septiembre], 3 [Octubre], 4 [Noviembre] y 6 [Diciembre].²⁰³ Es decir que enero empieza en domingo (1° día de la semana en el calendario islámico), febrero en miércoles y así sucesivamente hasta diciembre que empieza en viernes.

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 12 de marzo.

El anillo más interior lleva grabadas las 28 mansiones lunares con sus nombres, tal como figura en la siguiente tabla:

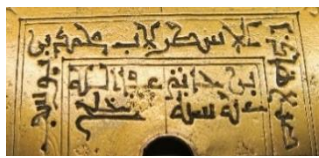
Nº	Nombre de la mansión en árabe grabado en el dorso y transliteración	Nº	Nombre de la mansión en árabe grabado en el dorso y transliteración	Nº	Nombre de la mansión en árabe grabado en el dorso y transliteración
1	نطح (<i>naṭḥ</i>)	11	زبرة (<i>zubra</i>)	21	بلدة (<i>balda</i>)
2	بطين (<i>buṭayn</i>)	12	صرفة (<i>ṣarfa</i>)	22	ذابح (<i>dābiḥ</i>)
3	ثرية (<i>ṭurayyā</i>)	13	عوا (<i>‘awwā</i>)	23	بلع (<i>bula</i>)
4	دبران (<i>dabarān</i>)	14	سماك (<i>simāk</i>)	24	سعود (<i>su’ūd</i>)
5	هقعه (<i>haq’a</i>)	15	غفر (<i>gafr</i>)	25	اخبية (<i>ajbiya</i>)
6	هنعه (<i>han’a</i>)	16	زبانا (<i>zubānā</i>)	26	مقدم (<i>muqaddam</i>)
7	ذراع (<i>dirā</i>)	17	اكليل (<i>iklīl</i>)	27	مؤخر (<i>mū’ajjar</i>)
8	نثرة (<i>naṭra</i>)	18	قلب (<i>qalb</i>)	28	حوت (<i>hūt</i>)
9	طرف (<i>ṭarf</i>)	19	شولة (<i>ṣawla</i>)		
10	جبهة (<i>ḡabha</i>)	20	نعائم (<i>na’ā’im</i>)		

La primera mansión corresponde al grado 20 de Aries.²⁰⁴

En la parte central superior del *dorso* se ubica la inscripción de autoría:

²⁰³ SAMSÓ (2004b), p. 275. Este tipo de diagrama, que permite calcular el día de la semana en la que empieza cada mes del año, está recogido en el último capítulo del Tratado del Astrolabio de Abū-l-Qāsim ibn al-Šaffār (m. 1035) y nos ha llegado en sus traducciones al latín realizadas en el s. XII por Plato de Tívoli y Juan de Sevilla.

²⁰⁴ Información general sobre las mansiones lunares y su presencia en astrolabios en ACKERMAN (2005), pp. 76-80.

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>صنع هذا الاسطرلاب محمد بن يوسف بن حاتم عفا الله عنه سنة خلق <i>Realizado este astrolabio por Muḥammad ibn Yūsuf ibn Ḥātīm, que Dios le perdone, año 638.</i></p>	

Si bien se indica el nombre y el año de la manufactura del astrolabio, no figura el lugar, como es habitual en los astrolabios andalusíes e islámicos en general. En este año 638H /1240-1241 iniciaba su andadura el reino nazarí y este astrolabio pudo ser realizado en Granada o bien provenir de los talleres astrolabistas de Sevilla tan fecundos durante el periodo almohade.

En la mitad inferior se ubica un doble *cuadrado de sombras* que lleva grabado el nombre *الظل اصابع* (*‘asāba’ al-ẓil* = los dedos de la sombra). Las dos líneas verticales llevan la inscripción *المنكوس* (*al-mankūs* = la versa) y la horizontal *المبسوط* (*al-mabsūt* = la recta). Tanto la escala vertical como la horizontal están graduadas en 12 partes iguales rotuladas de 4 en 4 (4, 8, 12) en notación *abyād*.

El punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 12 de marzo.

- *Araña*: La *araña* del astrolabio tiene un diámetro de 136 mm, un grosor de 1,4 mm y pesa 65 gramos. Presenta una estructura, en cuanto a la ubicación de los punteros estelares, de clara simetría respecto al diámetro vertical. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco con una asignación de 30° cada uno y con cinco marcas en el borde exterior, cada una correspondiente a 6°, pero sin rotular. Las inscripciones de los nombres de los signos del Zodiaco no son en este caso idénticas a las del *dorso*, como es habitual, sino que los nombres aparecen sin el artículo “*al*”. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un fragmento entre el anillo central correspondiente al círculo polar y el de la eclíptica.

Presenta un total de 26 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica y 13 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):²⁰⁵

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁰⁶	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	<p>بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)</p>	Baten Kaitos	ζ Cet
2	<p>خضيب <i>jaḍīb</i> (teñida)</p>	Caph	β Cas
3	<p>دبران <i>dabarān</i> (que sigue)</p>	Aldebarán	α Tau
4	<p>عيقوق <i>‘ayyūq</i> (cabrilla)</p>	Capella	α Aur
5	<p>رجل الجوزا <i>riyl al-ḡawzā</i> (la pierna del gigante)</p>	Rigel	β Ori

²⁰⁵ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁰⁶ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁰⁶	Nombre actual de la estrella	Identificación
6	منكب <i>mankib</i> (hombro)	Betelgeuse	α Ori
7	العبور <i>al- 'abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
8	غميصا <i>gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
9	دب <i>dub</i> (oso)	Talitha Borealis	ι UMa
10	منير الشجاع <i>munīr al-ṣuḡā'</i> (la luminosidad de la hidra)	Minchar	σ Hya
11	قلب الأسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
12	قائد <i>qā'id</i> (líder)	Alkaid	η UMa
13	جناح الغراب <i>ḡanāḥ al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
14	رامح <i>rāmih</i> (lancero)	Arturo	α Boo
15	عزل <i>a'zal</i> (desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
16	فكة <i>fakka</i> (anillo roto)	Alphecca	α CrB
17	حية <i>ḥaya</i> (serpiente)	Unukalhai	α Ser
18	قلب العقرب <i>qālb al- 'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
19	حواء <i>ḥawā</i> (encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
20	واقع <i>wāqi'</i> (que cae)	Vega	α Lyr
21	طائر <i>tā'ir</i> (que vuela)	Altair	α Aql
22	دلفين <i>dulḡīn</i> (el delfín)	Deneb Dulfīn	ε Del
23	ذنب الجدي <i>ḡanab al- ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
24	ردف <i>ridf</i> (rabadilla)	Deneb	α Cyg
25	فرس <i>faras</i> (caballo)	Markab	α Peg
26	ذنب قيطوس <i>ḡanab qayṭūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

Dos punteros (los números 17 y 22) se han perdido pero se conservan sus inscripciones. El reverso de la *araña* muestra marcas de los diámetros y los círculos estructurales así como la fijación de las incrustaciones de plata de los orificios de la base de muchos de los punteros.

- *Láminas*: tiene cinco *láminas* grabadas por ambas caras. Una de ellas tiene la grafía y las inscripciones distintas a las de las otras cuatro por lo que se trata de una *lámina* proveniente de otro astrolabio, posiblemente taifa del siglo XI que se incorporó a este astrolabio, posiblemente en periodo contemporáneo.²⁰⁷ Tanto las cuatro *láminas* originales como la que se ha agregado todas tienen grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales

²⁰⁷ KING (2005c), p. 885. El hecho de que esta lámina sirva por una de sus caras la latitud de Toledo llevó a considerar en 1920 que el astrolabio era toledano.

separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada una de las cuatro *láminas* está grabado 'افق المغرب' (*ufuq al-magrib*: horizonte de occidente) y 'افق المشرق' (*ufuq al-mašriq*: horizonte de oriente), respectivamente. En la *lámina* del siglo XI agregada está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior todas llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado, de 1 a 12 en notación *abyād*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana) en las cinco *láminas*.

Las líneas de oración de las cuatro primeras *láminas*, grabadas en espina de pez, están rotuladas como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	شفق <i>šafaq</i>	Almicantar nº 3 (lado izquierdo) correspondiente a 18°. Línea crepusculina
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	فجر <i>faʿr</i>	Almicantar nº 3 (lado derecho) correspondiente a 18°. Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-ʿaṣr</i> : Por la tarde	عصر <i>ʿaṣr</i>	Hora 10ª

Respecto a las líneas de oración de la 5ª *lámina*, sólo están marcadas las correspondientes a los dos crepúsculos:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	شفق <i>šafaq</i>	Hora 2ª Línea crepusculina
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	فجر <i>faʿr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina

La línea crepusculina debería estar situada bajo el horizonte (-18°) como en esta 5ª *lámina*, pero aparece muy frecuentemente sobre el horizonte (+18°), como en las cuatro primeras *láminas*, porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio de Ibn al-Samḥ (m. 1035).²⁰⁸

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	عرض كما م ساعاته يج كز 'arḍ 21-40 sã'iātuhu 13-27 (Latitud 21°40' y sus horas 13h 27 minutos)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 136 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 86 gr
	1b	عرض كه ساعاته يج م 'arḍ 25 sã'iātuhu 13-40 (Latitud 25° y sus horas 13h 40 minutos)	
2	2a	عرض لا ساعاته يد د 'arḍ 31 sã'iātuhu 14-4 (Latitud 31° y sus horas 14h 4 minutos)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras

²⁰⁸ VILADRIKH (1986), p. 57.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
	2b	عرض لب ساعاته يد ح 'arḍ 32 sã 'iātuhu 14-8 (Latitud 32° y sus horas 14h 8 minutos)	Diámetro= 136 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 76 gr
3	3a	عرض لج م ساعاته يد بب 'arḍ 33 sã 'iātuhu 14-12 (Latitud 33° y sus horas 14h 12 minutos)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 136 mm Espesor = 1 mm Peso = 69 gr
	3b	عرض لد ساعاته يد يو 'arḍ 34 sã 'iātuhu 14-16 (Latitud 34° y sus horas 14h 16 minutos)	
4	4a	عرض لو ساعاته يد كد 'arḍ 36 sã 'iātuhu 14-24 (Latitud 36° y sus horas 14h 24 minutos)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 136 mm Espesor = 1,2 mm Peso = 101 gr
	4b	عرض لز ساعاته يد كح 'arḍ 37 sã 'iātuhu 14-28 (Latitud 37° y sus horas 14h 28 minutos)	
5	5a	طليلة عرضه م ساعاته يد نا Tulañtila 'arḍuhu 40 sã 'iātuhu 14-51 (Toledo, su latitud 40°, sus horas 14h 51 minutos)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 136 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 74 gr
	5b	برغوش عرضه مب ساعاته يد ح Burgūš 'arḍuhu 42 sã 'iātuhu 15-8 (Burgos, su latitud 42° y sus horas 15h 8 minutos)	

La expresión “sus horas”, que aparece en todas las *láminas*, indica la máxima duración de la luz del día que tenía lugar en el solsticio de verano.

Llama la atención la inclusión en un astrolabio andalusí del siglo XIII de una *lámina* para las ciudades de Toledo y Burgos que, en esas fechas, llevaban casi dos siglos en manos cristianas. Es por ello que resulta más probable que la inclusión de esta 5ª *lámina* sea posterior, tomando la *lámina* de otro astrolabio, quizá incompleto del siglo XI.

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con decoración de dobles palmetas entrelazadas de lóbulos finos y lisos, ubicadas de forma simétrica respecto al eje vertical. Está soldado a la *madre* y la *corona*, su altura máxima es de 27 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 50°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 148 mm de longitud, 8,3 mm de anchura, 26 gramos de peso y no presenta quiebro central. Sus dos pínulas están a 122 mm de distancia una de la otra y cada una presenta un orificio circular para realizar la alineación visual y una abertura en la parte inferior en forma de arco de herradura.
- *Clavo y caballete*: parecen del mismo material que el resto de las piezas. Juntos pesan 8 gramos.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio llegó al Adler Planetarium en 1930 tras la adquisición por Philip Fox, director del departamento de astronomía de la universidad de Northwestern y primer director del Adler

Planetarium de 550 objetos de la colección Mensing. La compra se hizo a petición de Max Adler, fundador del planetario y museo que lleva su nombre, en ese mismo año de 1930.²⁰⁹ Su anterior propietario fue, por tanto, Anton.W.N. Mensing, director de la casa de subastas Müller en Amsterdam, que lo adquirió en 1922. El propietario previo fue el estado francés que lo sacó a subasta en marzo de 1922 junto a toda la colección de instrumentos científicos del coleccionista alemán Raoul Heilbronner que fue expoliado de sus bienes por el estado francés en 1914 cuando estalló la I Guerra Mundial. Consta que en 1900 el astrolabio ya pertenecía a Heilbronner.

Debido a una lectura incorrecta de la fecha indicada en la inscripción, se consideró que el astrolabio era del siglo XVI al menos hasta 1942 en que Renaud deshizo el error.²¹⁰

Los archivos de los conservadores del Adler Planetarium registran varias intervenciones desde 1994 consistentes en limpieza del metal, eliminación de lacas oxidantes, reparación de una de las pínulas de la *alidada* y mejora de la adherencia de las incrustaciones de plata que no se habían perdido ya.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

CLARK (1981), p. 55; ENGELMANN (1924), p. 15, nº 36; FOX (1933), pp. 35-36; GUNTHER (1932), p. 300; KING (1995b), pp. 6, 10 y 12; KING (2005d), p. 957; KING (2005e), pp. 979-980; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.3); MAYER (1956), p. 78; PINGREE (2009), pp. XX y 6-9; PRICE (1955), p. 364 y 372; RENAUD (1942), p. 21

Catálogos on-line

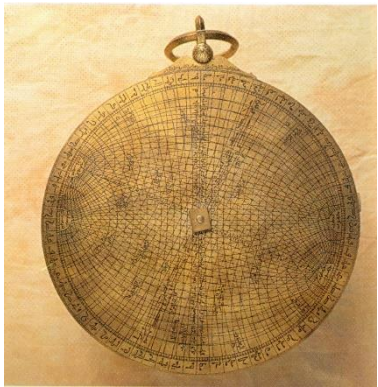
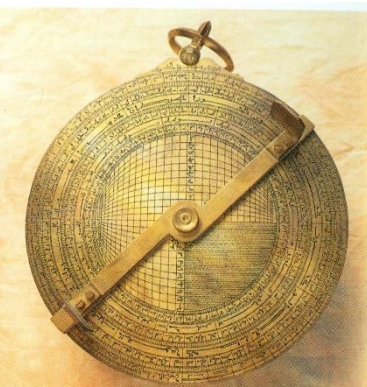
Catálogo online del Adler Planetarium “Ficha del astrolabio nº inv. M-36”
[[Permalink](#)] (última consulta: 13/02/2016).

²⁰⁹ WEBSTER (1998), pp. IX-X.

²¹⁰ RENAUD (1942), p. 21. El error aparece incluso en el libro de Gunther lo cual confirma que no vio el astrolabio.

A25: Azafea de Ibn Hudayl de la Real Academia de Barcelona

ICN / International Instrument Checklist Number = #1071

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl</p> <p>Lugar: Murcia</p> <p>Fecha: 650H/1252-1253</p> <hr/> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 17 cm</p> <p>Altura: --- cm</p> <p>Espesor: 0,2 cm</p> <p>Peso = --- gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafías: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p style="text-align: center;">Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyad</i>: en <i>frente</i> y <i>dorso</i></p> <p style="text-align: center;">Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>frente</i>, <i>dorso</i> y <i>trono</i></p> <p style="text-align: center;">Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el anverso y reverso del <i>trono</i>):</p> <p style="text-align: center;"><i>La realizó Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl en Murcia, año 650 de la Hégira</i></p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: Azafea, trono y sistema de suspensión</p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Real Academia de las Ciencias y las Artes de Barcelona</p>		

1.- Aspectos generales²¹¹

Esta azafea del tipo *zarqāliyya* responde a la topología definida por Azarquiel en el siglo XI y está datada y firmada por Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl del que no nos ha llegado ningún otro instrumento.

La azafea consta de una sola pieza, un círculo grueso de latón grabado por ambas caras y rematado por un *trono* en su parte superior en el que se ubica la inscripción de autoría, iniciada en el anverso y completada en el reverso.²¹² Como todas las azafeas (ver A15 y A17), carece de elementos decorativos en su cuerpo principal pues, es tanta la información que se graba sobre la única placa de latón que la conforma, que no hay espacio para incorporar adornos.

2.- Aspectos decorativos

Esta azafea sólo presenta decoración en el *trono* y en el *sistema de sustentación*. Su *trono* tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado y el *asa* se ancla a él con un clavo de cabeza decorada con estrías radiales. El *asa* lleva grabado un elemento geométrico tanto en su parte frontal como en la posterior.

²¹¹ Esta azafea no se estudiado directamente. Los datos de esta ficha se han extraído de la bibliografía indicada al final.

²¹² Sobre Azarquiel y sus azafeas ver punto 8.1.1.

Trono			
	Forma triangular-acampanada, borde festoneado. Clavo que lo une al <i>asa</i> con cabeza decorada con estrías radiales. Detalle de los adornos geométricos en la parte frontal y posterior del <i>asa</i>		

3.- Descripción de sus partes

La azafea consta de una sola pieza, un círculo de latón grabado por ambas caras y rematado por el *trono* en su parte superior. La información en cada una de sus caras es:

- *Frente de la azafea:* consiste en una placa circular de 170 mm de diámetro y 2 mm de espesor que lleva, en su parte más exterior, una escala graduada de 0° a 90° en cada uno de los cuatro cuadrantes. En el interior figuran dos proyecciones estereográficas meridionales, una de las coordenadas ecuatoriales y otra de las coordenadas eclípticas. En la proyección de coordenadas ecuatoriales, el diámetro vertical representa el plano del ecuador. El diámetro horizontal representa el horizonte de un observador situado en el ecuador. A los extremos de este diámetro horizontal están el polo norte (a la izquierda) y el sur (a la derecha). En torno a estos dos polos se representan los paralelos o círculos de declinación y, partiendo de los polos, los círculos horarios o meridianos. Estas curvas corresponden a la proyección estereográfica en el plano del coluro solsticial (plano del meridiano celeste que pasa por los puntos solsticiales, es decir por el de Cáncer y el de Capricornio). Formando un ángulo de 23°30' con el eje vertical se encuentra otro diámetro que marca el plano de la eclíptica y simétricamente a él está grabado el conjunto de curvas que representan las líneas de iguales coordenadas eclípticas (longitud y latitud celestes). Así se representan los dos sistemas de coordenadas (ecuatoriales y eclípticas) superpuestos y desplazados un ángulo igual a la oblicuidad de la eclíptica (23°30'). Las curvas de los meridianos y paralelos están separadas cinco grados.

Tiene grabados unos pequeños círculos, entre la retícula de coordenadas, que marcan la posición de un total de 20 estrellas, 11 del hemisferio norte y 8 del sur con su nombre rotulado en árabe.²¹³

- *Dorso de la azafea:* tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan, cada uno, una escala con los valores de las cotangentes rotulados en notación *abʿyad* que permiten realizar la función normalmente reservada al *cuadrado de sombras* ausente del *dorso* de las azafeas.


Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, está situado en el punto medio entre el 14 y el 15 de marzo.

El siguiente anillo hacia el interior es una escala graduada en grados, de 0° a 180° en la mitad

²¹³ Los nombres de las estrellas en MILLÁS (1944), p. 117 y GARCÍA FRANCO (1945), p. 315.

izquierda y dos cuartos de 0° a 90° en la mitad derecha, que enmarca las retículas del espacio central. Tres cuadrantes del área central están ocupados por una proyección ortográfica de la esfera en la que los paralelos son líneas rectas y los meridianos son elipses y el cuadrante inferior derecho lleva grabadas 60 líneas paralelas que permiten calcular el coseno para cualquier ángulo medido con los cuadrantes de altitud. Se incluye también un pequeño círculo excéntrico que Azarquiel llamó *círculo de la luna* y sirve para medir el movimiento del satélite terrestre.

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado, hendido por la parte superior y suavemente convexo hacia los extremos. La inscripción de autoría se despliega en el anverso y el reverso:²¹⁴

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>Anverso:</p> <p>صنعة محمد بن محمد بن هذيل</p> <p><i>La realizó Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl</i></p> <p>Reverso:</p> <p>بمرسية سنة خن الهجرة</p> <p><i>en Murcia año 650 de la Hégira</i></p>	

- *Sistema de suspensión*: consta de un *asa* fijada al *trono* y una *anilla* circular.
- *Alidada*: se ha perdido la original y la que tiene ahora el instrumento con un quiebro central y grandes pínulas es una adición posterior.
- *Clavo y caballete*: parece una adición moderna
- *Regleta frontal*: no ha llegado a nosotros esta importante pieza que pivota en torno al eje y atraviesa diametralmente la *azafea*. La misión de esta regleta era marcar el horizonte local y así permitir la conversión entre las coordenadas ecuatoriales y eclípticas grabadas en la *faz*.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Esta azafea pertenece a la colección de instrumentos astronómicos del Observatorio Fabra fundado en 1894 por iniciativa de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, institución a la que siempre ha pertenecido y en donde se conserva en la actualidad. No se han encontrado datos sobre su ubicación antes de esa fecha.


BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GARCÍA FRANCO (1945), pp. 313-319 y 435; KING (1992c), pp. 380-381; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.4); MAYER (1956), p. 73; MILLÁS VALLICROSA (1944), pp. 111-119; PARRA y ROBLES (2007), p. 308; PRICE (1955), pp. 364 y 372; PUIG (2003), pp. 359-361; VERNET y SAMSÓ (1985), pp. 94-95.

²¹⁴ La lectura de la inscripción que realizó Millás en 1944 le llevó a leer “Bujía” (la ciudad argelina) en lugar de “Murcia”. Cuando Roser Puig publicó en 2003 su artículo sobre la azafea reprodujo la información de Millás. Sin embargo García Franco en 1945, Leo Mayer en 1956 y después David King en 1992 leyeron “Murcia” y así lo leo yo también en las fotografías que se aportan. No es posible que sea Bujía, que en árabe es *Biṣṣāya*, pues no coinciden las consonantes.

A26: Astrolabio Imola del Museo della Specola de Bologna

ICN / International Instrument Checklist Number = #4184

FRENTE	Constructor: Anónimo Lugar: ¿Granada? Fecha: atribuida <i>ca.</i> 677H/ <i>ca.</i> 1280-1281	DORSO
	Material: Latón Diámetro: 11,7 cm Altura: 13,3 cm Espesor: 1,09 cm Peso = 1442 gr	
Grafía: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i> , <i>dorso</i> y <i>láminas</i> Inscripciones numéricas en cifras occidentales: en <i>láminas</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i> , <i>dorso</i> , <i>láminas</i> y <i>araña</i> Inscripción de autoría y fecha: No tiene		
Elementos: <i>Madre</i> , <i>araña</i> , 7 <i>láminas</i> , <i>alidada</i> , <i>clavo</i> , <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i> .		
Conservado en: Museo della Specola de Bologna (nº inv. MdS-11)		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo pero sin firmar ni datar. El estudio que le hizo Almerico da Schio en 1886 le llevó a considerarlo andalusí o magrebí de finales del siglo XIII.²¹⁵ Marcel Destombes fue un paso más allá en 1966 y le atribuyó una fecha cercana a 1280 y una posible autoría, bien de un seguidor del astrolabista almohade Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamāʿirī, bien de Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāšo, el autor del Tratado de la Lámina General y padre del astrolabista nazarí Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo del que nos han llegado tres astrolabios (fichas A27, A28, A29).²¹⁶

Desde el punto de vista estilístico, la *araña* responde al modelo almohade de al-Jamāʿirī aunque incorpora dos punteros fitomorfos en doble palmeta que son habituales en los astrolabios nazaríes que nos han llegado. Lo mismo ocurre con el *trono*, que se articula mediante una pareja de dobles palmetas afrontadas también habituales en la producción nazarí. No es posible, por tanto, decantarse claramente por una u otra opción de autoría en lo que se refiere al análisis formal. Del análisis de las estrellas y los nombres inscritos en los punteros de esta *araña*, se

²¹⁵ DA SCHIO (1886), p. 1351.

²¹⁶ DESTOMBES (1966), p. 163.

identifican más similitudes con las de los astrolabios nazaríes posteriores a este que nos han llegado que con los almohades de al-Jamā'ir.²¹⁷ Por tanto la hipótesis de autoría de Ibn Bāšo



padre cobra fuerza a la vista de las inscripciones de los punteros. Esta atribución resulta atractiva al proporcionar el único ejemplar que nos habría llegado de su mano, pero surge la pregunta ¿por qué no lo firmó, siendo, como era, un personaje conocido y reconocido? La única respuesta posible es que sí lo firmó pero se eliminó la inscripción en fecha posterior. La observación del *dorso* del astrolabio revela restos de círculos y letras, grabadas donde se pudo ubicar la inscripción de autoría, producto de una actuación de lijado del metal.

Tiene un total de siete *láminas*, todas del tipo habitual de proyección estereográfica que sirven un total de 14 latitudes (entre 22° y 45°) de las que cinco corresponden a territorios peninsulares, aunque no llevan ningún nombre rotulado, sólo el valor numérico de la latitud.²¹⁸

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme. La última *lámina* lleva grabados exclusivamente valores numéricos en cifras occidentales y es claramente una adición posterior.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* es simétrica respecto al eje vertical, como es habitual en los astrolabios nazaríes. Los punteros tienen forma geométrica con base trilobulada con uno o tres orificios y puntas rectas. Responden al modelo habitual de puntero de los astrolabios de al-Jamā'ir (i.e. fichas A18 y A19), excepto dos de ellos que son fitomorfos en doble palmeta de lóbulos finos y lisos, uno de ellos fijado a la base y el otro marcando la posición estelar, como los de los astrolabios de ibn Bāšo (fichas A27 y A28). Esta *araña* parece situarse en un punto medio entre las producciones de ambos astrolabistas y podría asignarse a uno, al otro o a un tercero que podría ser ibn Bāšo padre u otro individuo de identidad desconocida. Si bien los punteros no conservan las incrustaciones de semiesferas de plata que debieron tener, si las tienen los cuatro *mudīr* situados en los ejes horizontal y vertical.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y de la banda solsticial sólo se incluye un pequeño fragmento entre el anillo central y el de la eclíptica por su parte inferior.


²¹⁷ Ver tabla de estrellas en Anexo 1.

²¹⁸ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

La banda ecuatorial aloja el único elemento decorativo, un círculo situado entre la propia banda y el anillo exterior de la *araña*. La banda remata en los laterales con sendos rectángulos que asemejan pilares sobre los que apoya un puntero de base circular aunque sólo el remate derecho lleva la inscripción de una estrella, siendo el izquierdo sólo un elemento que mantiene la simetría de la pieza.

El *trono* es de perfil triangular acampanado y se estructura con una pareja de dobles palmetas afrontadas. Es idéntico a los de dos de los astrolabios de Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo que nos han llegado (ver fichas A27 y A28). La pieza que engarza el *trono* al *asa* del *sistema de suspensión* está decorada con una estrella de seis puntas.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Puntero de base lobulada con tres orificios, rematado en punta recta y apoyado sobre base rectangular.	Puntero de base lobulada con un orificio central y dos pequeños a los lados, rematado en punta recta.	Puntero en doble palmeta lisa, con un lóbulo libre para marcar la posición de la estrella y el otro fijado a la base.
Adornos en la araña			
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial. Es simétrica con remates laterales en forma de pilar sobre los que apoyan punteros de base trilobular. Adorno central circular que cobija un puntero pequeño.		Elemento decorativo circular que aloja un puntero. <i>Mudīr</i> en la parte superior.
Trono			
	Forma triangular acampanada con pareja de dobles palmetas afrontadas. Detalle de la pieza que engarza con el <i>asa</i> del <i>sistema de suspensión</i> con decoración de una estrella		

3.- Descripción de las partes del astrolabio

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 117 mm de diámetro que lleva adherida y con un remache adicional en la parte inferior izquierda, una *corona* de 10,9 mm de espesor y 9,3 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido

el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 410 gramos. El fondo de la *madre*, de 99,6 mm de diámetro no tiene nada grabado.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan, cada uno, una doble escala con los valores de las cotangentes comprendidos entre 15 y 36 en divisiones de 3 en 3 y rotulados en notación *abýad*. En los extremos se puede leer *مبسوط* (*mabsūt* = horizontal) y *قائم* (*qāīm* = vertical) evidenciando la relación de estas dobles escalas en los cuadrantes inferiores con el doble *cuadrado de sombras* cuya función refuerza y completa.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es *الجوزا* (*al-ýawzā* = el gigante).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 13 de marzo.

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las líneas verticales llevan la inscripción *الظل القائم* (*al-ẓil al-qāīm* = la sombra vertical) y la horizontal *الظل المبسوط* (*al-ẓil al-mabsūt* = la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de cuatro en cuatro (4,8,12) en notación *abýad*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 99,7 mm, un grosor de 2,2 mm y pesa 34 gramos. Conserva los cuatro *mudīr* de plata (pequeño pomo esférico para ayudar a girar la *araña*) dos en el eje vertical y dos en el horizontal. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco con sus nombres rotulados en árabe, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° cada una sin rotulación numérica. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 29 punteros estelares de los cuales 14 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta).²¹⁹

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²²⁰	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	خضيب <i>jaḍīb</i> (teñida)	Caph	β Cas
3	جنب <i>ýanib</i> (flanco)	Algenib	α Per
4	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	العويق	Capella	α Aur

²¹⁹ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²²⁰ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusies y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²²⁰	Nombre actual de la estrella	Identificación
	<i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)		
6	قدم الجوزا <i>qadam al-ŷawzā</i> (el pie del gigante)	Rigel	β Ori
7	منكب الجوزا <i>mankib al-ŷawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
8	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	No tiene inscripción Por la posición podría ser: طرف السفينة <i>ṭarf al-safīna</i> (la proa de la nave)	¿?	Argo Navis ²²¹
11	يد الدب <i>yad al-dub</i> (la mano del oso)	Talitha Borealis	ι UMa
12	زبانة السرطان <i>zubāna al-saraṭān</i> (la pinza del cangrejo)	Acubens	α Cnc
13	رجل <i>riṣl</i> (pata)	Tania Borealis	λ UMa
14	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
15	قائد <i>qā'id</i> (líder)	Alkaid	η UMa
16	فم الكاس <i>fam al-kās</i> (la boca de la copa)	Alkes	α Crt
17	الاعزل <i>al-a'zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
18	الرامي <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
19	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
20	عنق الحية <i>‘unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukalhai	α Ser
21	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
22	رأس الحواء <i>ra's al-ḥawā'</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
23	الواقع <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
24	الطائر <i>al-tā'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
25	ذنب الجدي <i>ḍanab al- ŷadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
26	كعب الفرس <i>ka'ib al-faras</i> (el talón del caballo)	Ji Pegasi	χ Peg
27	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
28	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
29	ذنب قيطوس <i>ḍanab qayṭūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El análisis de las estrellas y los nombres inscritos en los punteros de esta *araña*, permite identificar más similitudes con las de los astrolabios nazaríes posteriores a este que con los

²²¹ Esta constelación no existe hoy pues, por su gran tamaño, fue dividida en tres constelaciones en el siglo XVIII: Carina, Puppis y Vela.

almohades de al-Jamā'irī.²²² Es el caso de las estrellas Algenib (α Per) de la constelación de Perseo, Acubens (α Cnc) de la constelación de Cáncer y Alkes (α Crt) de la constelación de Copa que sólo aparecen en esta *araña* y en la de astrolabios nazaríes (fichas A27, A31, A32 y A34). Algo similar ocurre con el puntero de la estrella *ṭarf al-safīna* (la proa de la nave) de la constelación Argo Navis que está sin rotular y que sólo se encuentra en otros dos astrolabios, ambos nazaríes (fichas A27 y A33). Por tanto la hipótesis de autoría de un artífice nazarí de fecha temprana, por ejemplo Ibn Bāšo padre, cobra fuerza a la vista de las inscripciones de los punteros.

El reverso de la *araña* conserva marcas de líneas y arcos en las bandas tanto las rectas como las circulares, los punteros y los adornos.

- *Láminas*: tiene siete *láminas* de latitud que contienen su correspondiente proyección estereográfica con 15 curvas almicanteres separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados excepto en la séptima *lámina* que es una adición posterior. Las seis con grafía árabe tienen grabado en los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* los términos مغرب (*magrib*: occidente) y مشرق (*mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abʿyād*). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado زوال (*zawāl* = meridiana). La *lámina* añadida sólo tiene rotulados los números de las 12 horas y el valor numérico de la latitud.

Adicionalmente, las seis *láminas* originales en árabe llevan inscrito, en cada una de sus caras, el valor de la latitud en cifras occidentales, mediante un grabado poco inciso, apenas visible y que podría ser de periodo medieval.

Las seis *láminas* en árabe tienen grabadas las horas de oración mediante línea en espina de pez. La línea crepusculina, correspondiente a la primera y la última de las oraciones, aparece señalada con una curva en espina de pez en el almicanter nº 3, es decir sobre el horizonte (+18°) pero sin ninguna inscripción. Esta posición es frecuente en los astrolabios andalusíes de los periodos califal y taifa, porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio del cordobés Ibn al-Samḥ (m. 1035).²²³ Lo que extraña es encontrarlo en un astrolabio nazarí cuando ya está consolidada la posición de la línea crepusculina en la parte inferior, la de las horas. Y allí aparecen también grabadas las dos curvas de oración correspondientes a los crepúsculos y esta vez rotuladas con sus nombres. Parece como si en estas fechas se estuviera consolidando la nueva posición, pero aún se dejara marcada la antigua.

Las inscripciones y posiciones de las horas de oración se recogen en la siguiente tabla:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la <i>lámina</i>	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	شفق <i>šafaq</i>	Hora 2ª. Línea crepusculina

²²² Ver tabla de estrellas en Anexo 1.

²²³ VILADRIK (1986), p. 57.

الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	فجر <i>faýr</i>	Hora 11ª. Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	عصر <i>‘aṣr</i>	Hora 10ª

La siguiente tabla recoge los datos de las siete *láminas*, su tipología, sus inscripciones y sus dimensiones:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Número añadido	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	لعرض كب <i>Li-‘arḍ 22</i> (Para la latitud 22°)	22	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 99,5 mm; Espesor = 0,82 mm; Peso = 54 gr
	1b	لعرض كه <i>Li-‘arḍ 25</i> (Para la latitud 25°)	---	
2	2a	لعرض ل <i>Li-‘arḍ 30</i> (Para la latitud 30°)	30	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 99,5 mm; Espesor = 0,70 mm; Peso = 43 gr
	2b	لعرض لج <i>Li-‘arḍ 33</i> (Para la latitud 33°)	33	
3	3a	لعرض لا <i>Li-‘arḍ 31</i> (Para la latitud 31°)	31	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 99,5 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 50 gr
	3b	لعرض لب <i>Li-‘arḍ 32</i> (Para la latitud 32°)	32	
4	4a	لعرض لج ل <i>Li-‘arḍ 33-30</i> (Para la latitud 33° 30’)	33 30	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 99,5 mm; Espesor = 1,03 mm; Peso = 56 gr
	4b	لعرض لو م <i>Li-‘arḍ 36-40</i> (Para la latitud 36°40’)	36 40	
5	5a	لعرض لد ل <i>Li-‘arḍ 34-30</i> (Para la latitud 34°30’)	34 30	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 99,5 mm; Espesor = 0,58 mm; Peso = 38 gr
	5b	لعرض له ل <i>Li-‘arḍ 35-30</i> (Para la latitud 35°30’)	35 30	
6	6a	لعرض لو <i>Li-‘arḍ 36</i> (Para la latitud 36°)	36	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 99,5 mm; Espesor = 0,78 mm; Peso = 44 gr
	6b	لعرض لز ل <i>Li-‘arḍ 37-30</i> (Para la latitud 37°30’)	37 30	
7	7a	No tiene inscripciones alfabéticas Inscripción en cifras occidentales: 42	---	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 99,5 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 43 gr
	7b	No tiene inscripciones alfabéticas Inscripción en cifras occidentales: 45	---	

Del total de 14 latitudes a las que sirven éstas *láminas* sólo 4 corresponden a la península Ibérica, tres de ellas a lo que fue el territorio del reino nazarí y los 42° de la séptima *lámina*, la añadida después, corresponden a territorio cristiano, quizá Gerona o Pamplona. El resto son latitudes del norte de África y Oriente Medio, todas de territorios del Islam medieval, salvo la añadida de 45° que podría corresponder a Lyon o a Milán.

- *Trono*: está formado por una pareja de dobles palmetas afrontadas. Es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*, su altura máxima es de 16 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 40°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* en forma de omega, que se engarza al *trono* por un clavo cuya cabeza está decorada con una estrella, y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 115 mm de longitud, 7,6 mm de anchura, no presenta quiebro central y remata a ambos lados con una forma lobulada. Tiene un peso de 37 gramos y sus dos pínulas, de dimensiones de 18 mm x 13,6 mm, están a 74 mm de distancia una de la otra.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* mide 28 mm de longitud, su cabeza tiene un diámetro de 4,8 mm y pesa 2 gramos. El *caballete* no se conserva.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El dato más antiguo que se tiene de este instrumento es que en 1886 pertenecía al Dr. Luciano Toschi, matemático italiano natural de Imola y formado en la universidad de Bolonia. Lo dejó en herencia al Dr. Orto Sassi, también de Imola y médico por la misma universidad quien lo donó en 1945 a la Biblioteca Comunale de Imola poco antes de su muerte. La biblioteca lo prestó *sine die* al Observatorio de Bolonia cuya colección de instrumentos históricos se conserva en el Museo de la Specola de la misma ciudad, que lo mantiene en préstamo identificándolo como “astrolabio de Imola”.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

DA SCHIO (1886), pp. 1347-1352; DESTOMBES (1966), pp. 157-163; KING (2005f), p. 1011 (apartado 6.15.e); PALTRINIERI (1992), p. 30.

A27: Astrolabio ibn Bāšo de la Real Academia de la Historia

ICN / International Instrument Checklist Number = #132

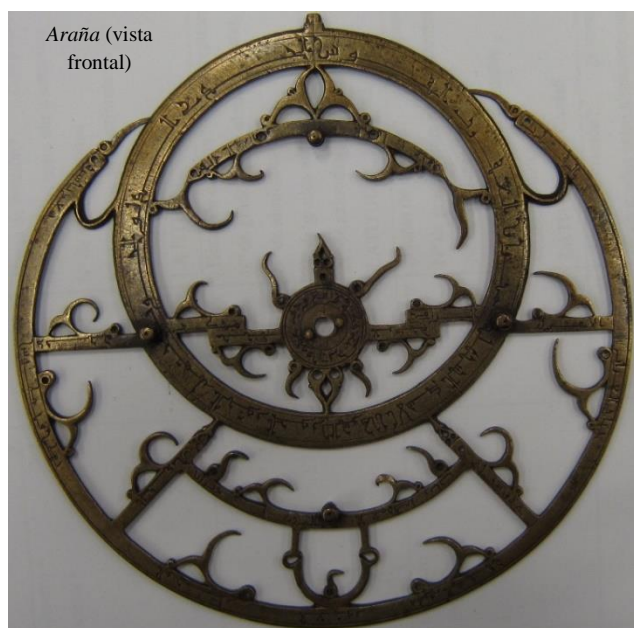
<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo Lugar: Granada Fecha: 694H/1294-1295</p> <p>Material: Latón y plata Diámetro: 14,8 cm Altura: 15,7 cm Espesor: 0,4 cm Peso: 455 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i> Inscripción de autoría y fecha: (en el <i>dorso</i>): <i>Lo realizó Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo año 694 de la Hégira</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 2 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Real Academia de la Historia (Madrid). Colección Pascual Gayangos (nº inv. 1016)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Su autor Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo es uno de los más conocidos de entre los astrolabistas andalusíes gracias a que contamos con su biografía escrita por su contemporáneo Ibn al-Jaṭīb. Abū ʿYafar Ahmad ibn Husayn ibn Bāšo al-Aslamī (m. 709 H / 1309) fue *muwaqqit* (“calculador de la hora” es decir astrónomo al servicio de una mezquita para resolver todos los problemas astronómicos asociados con el culto islámico) de la mezquita aljama de Granada. Este es el primer dato documentado que tenemos en España de la presencia de *muwaqqits* en las mezquitas, frente a Oriente donde contamos con datos desde principios del siglo XIII.

Su biógrafo, Ibn al Jaṭīb (Loja, 1313–Fez, 1374), indica en su *al-Iḥāta fī ajbār Garnāṭa* sobre la historia de Granada, que el constructor de este astrolabio era procedente de Šarq al Andalus (el Levante peninsular) y que se trasladó con su padre, un *sayj al-yamaa* (maestro de la comunidad en el arte de construir instrumentos) a Granada, lugar en el que desempeñaría el

cargo de *muwaqqit* de la mezquita aljama que contaba con un completo equipo de astrónomos.²²⁴ Se considera que su padre fue precisamente otro personaje recogido por Ibn al Jaṭīb que responde al nombre de Abū ‘Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāṣo (m. 716H / 1316-17), teólogo, matemático y astrónomo y *rais al-muwaqqitin* (jefe de los *muwaqqits*) de la mezquita mayor de Granada.²²⁵ A juzgar por la *nisba* que comparten (*al-Aslamī*, habitual entre los conversos al Islam) y por el antropónimo de origen romance “Basso” (que aparece documentado en mozárabes toledanos de los siglos XII y XIII), ambos serían descendientes de un mozárabe converso al Islam y miembros de una familia de constructores de instrumentos astronómicos.²²⁶ La coincidencia de apellido con Aḥmad Ibn Bāṣo, activo entre 1160 y 1189, y arquitecto de la mezquita almohade de Sevilla y su torre de la Giralda, invita a considerarlos parientes.



otro de fecha 709H/1309-10 (ficha A29).

Según la misma fuente, la *Iḥāta* de Ibn al-Jaṭīb, Aḥmad ibn Husayn ibn Bāṣo se hizo célebre por su habilidad en la construcción de instrumentos astronómicos y consiguió que sus piezas, por las que se pagaban precios muy altos, desplazasen a las de otros reputados autores como el sevillano Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā’irī (s. XIII) o el toledano Ibn al Ṣaffār (s. XI).

Nos han llegado tres astrolabios de este autor, el que nos ocupa y dos conservados en el museo de Doha (Qatar), uno de fecha 704H/1304-05 (ficha A28) y el

El astrolabio está realizado en latón con incrustaciones de plata parcialmente perdidas. La *araña* presenta punteros en forma de doble palmeta de lóbulos finos y lisos con un extremo fijado a la base y el otro marcando la posición de la estrella. También el *trono* incorpora este tipo de dobles palmetas, un elemento decorativo vegetal presente en la decoración andalusí, tanto en objetos metálicos como en marfil, textiles, madera y en recubrimientos murales. Sus *láminas* sirven un total de 5 latitudes (entre 30° y 37°30’) de las que sólo una corresponde a una ciudad andalusí, Granada y es astrológica. El resto dan servicio a latitudes de otros lugares del Islam y en ningún caso se rotula un nombre de ciudad, sólo los valores numéricos de las latitudes.²²⁷ En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme.

²²⁴ Un buen análisis sobre esta figura presente en las mezquitas andalusíes al menos desde el s. XIII en KING (1996), pp. 286-346.

²²⁵ CALVO (1996), Vol II, pág.758. Emilia Calvo considera que el lazo de parentesco era el de padre e hijo pero no hay constancia documental de ello.

²²⁶ EIROA (2006), p. 70.

²²⁷ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* conserva restos de las incrustaciones de plata en los orificios de los punteros sólo visibles por el reverso. La forma de casi todos los punteros de la *araña* es una doble palmeta lisa, con un pétalo libre para marcar la posición de la estrella y el otro fijado a la estructura de la *araña* para no crear confusión e incrementar la solidez del puntero. Hay un puntero formado por dos de estas dobles palmetas afrontadas y otros siete resueltos con una palmeta simple de base circular perforada y cuerpo fino y liso.

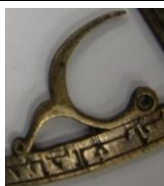



La *araña* cuenta con un fragmento de la banda ecuatorial en la parte superior de la misma que se une a la eclíptica mediante un adorno compuesto por una pareja de dobles palmetas afrontadas simétricamente. Esa banda ecuatorial da soporte a cuatro punteros.




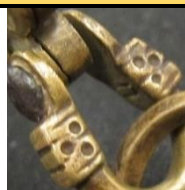
Esa misma tipología de pareja de dobles palmetas afrontadas simétricamente se repite en otro adorno situado entre la eclíptica y el círculo polar y en el *trono*. La doble palmeta es un elemento decorativo vegetal presente en la decoración andalusí, tanto en objetos metálicos como en marfil, textiles, madera y en estucos de recubrimiento arquitectónico.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y por debajo de ella se encuentra la estructura decorativa formada por la banda ecuatorial con remates en forma de torre que dan soporte a dos punteros además de tener un elemento decorativo central en forma de U que cobija uno de los punteros con tipología de palmeta simple. Dos pequeños arcos de medio punto completan la estructura en la unión del anillo de la eclíptica con el anillo exterior, el círculo de Capricornio.

El *trono* es de perfil triangular acampanado y, como se ha indicado, se estructura con una pareja de dobles palmetas afrontadas.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Puntero en doble palmeta lisa, con un pétalo libre para marcar la posición de la estrella y el otro fijado a la estructura de la <i>araña</i> .	Puntero en palmeta simple, de base circular perforada	Puntero en pareja de dobles palmetas afrontadas
			
	Estructura decorativa inferior: fragmento de la banda ecuatorial con remates laterales en forma de pilar y elemento decorativo central en forma de U que cobija un puntero en palmeta simple		Elemento decorativo central en forma de U que cobija un puntero en palmeta simple

Adornos en la araña			
	Estructura decorativa superior: fragmento de la banda ecuatorial unido a la eclíptica mediante un adorno compuesto por una pareja de dobles palmetas afrontadas simétricamente		Adorno compuesto por una pareja de dobles palmetas afrontadas simétricamente
Trono		Sistema de sustentación	
	Perfil triangular acampanado con una pareja de dobles palmetas afrontadas		Detalle decorativo del asa

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 148 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 4 mm de espesor y 10 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 205 gramos.

El fondo de la *madre*, de 127 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* astrológica, con sus 36 curvas correspondientes a las doce casas celestes, dividida cada una en tres partes y una inscripción central que dice: العرض لزل (al-‘arḍ 37-30), es decir: latitud 37°30’. Esta latitud corresponde a Granada aunque el nombre de la ciudad no figura en la inscripción. El modo de construcción de las casas se corresponde con el descrito en el *Risāla fī maṭariḥ al-ṣu’ā’āt* (Tratado sobre la Proyección de Rayos) del matemático y astrónomo andalusí, de Jaén, Ibn Mu’ad al-Ġaynī (m. 1093).²²⁸

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores no llevan grabada ninguna escala.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (al-ḡawzā = el gigante).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 13 de marzo.

En la parte central superior del *dorso* se ubica la inscripción de autoría:

²²⁸ CASULLERAS y HOGENDIJK (2012), pp. 81-82.

Inscripción en árabe y traducción al castellano	Imagen de la inscripción
<p>صنعه احمد بن حسين بن باص سنة خضد الهجرة</p> <p><i>Lo realizó Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo año 694 de la Hégira</i></p>	

La lectura de la inscripción de autoría y fecha realizada en la primera mitad del siglo XX y recogida después por casi toda la historiografía, indicaba que era el año 664H /1265-66 el que figuraba en la inscripción en árabe ubicada en el dorso del astrolabio. Emilia Calvo Labarta, especialista en Ibn Bāṣo, sugirió ya en 1993 que la fecha no era lógica, era demasiado temprana y que las semejanzas de los números 60 y 90 en nomenclatura *abʿyad* debían haber llevado a este error, abogando por una datación en el 694H/1294-95.²²⁹ Exactamente lo mismo recogió M^a Antonia Martínez Núñez en 2007.²³⁰ El resultado de mi lectura de la inscripción en la sesión de trabajo en la Real Academia de la Historia el 24-03-2015, confirma la fecha 694H pues la marca diacrítica que diferencia la letra *ḡād* (90) de la *ṣād* (60) es perfectamente visible con lente de amplificación. En cuanto al nombre del autor, hay que notar que en la inscripción pone Bāṣ como ya indicó Mayer en 1956.²³¹ De esta misma manera firma su padre, el autor del Tratado de la Lámina General. Sin embargo en los otros dos astrolabios firmados por Ibn Bāṣo (fichas A28 y A29), se ha inscrito Bāṣh aunque nadie duda que se trata de la misma persona.

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las dos líneas verticales llevan la misma inscripción *الظل المنكوس* (*al-ẓil al-mankūs* = la sombra versa) y la única inscripción horizontal *الظل المبسوط* (*al-ẓil al-mabsūt* = la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de tres en tres (3, 6, 9, 12) en notación *abʿyad*.

- *Araña*: La *araña* del astrolabio tiene un diámetro de 127 mm, un grosor de 1,6 mm y pesa 74 gramos. Presenta una estructura, en cuanto a la ubicación de los punteros estelares, de clara simetría respecto al diámetro vertical. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco con sus nombres rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso*. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 28 punteros estelares de los cuales 15 están fuera del círculo de la eclíptica y 13 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):²³²

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²³³	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	<p>بطن قيطوس</p> <p><i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)</p>	Baten Kaitos	ζ Cet

²²⁹ CALVO (1993), p. 31.

²³⁰ MARTÍNEZ NÚÑEZ (2007), pp. 138-139.

²³¹ MAYER (1956), p. 35.

²³² Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²³³ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²³³	Nombre actual de la estrella	Identificación
2	الجدما <i>al-ŷidmā</i> (parte de la mano)	Menkar	α Cet
3	جنب <i>ŷanib</i> (flanco)	Algenib	α Per
4	دبران <i>dabarān</i> (que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	الرجل <i>al-riŷl</i> (la pierna)	Rigel	β Ori
6	عبيق <i>‘ayyūq</i> (cabrilla)	Capella	α Aur
7	المنكب <i>al-mankib</i> (el hombro)	Betelgeuse	α Ori
8	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumaysā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	ركبة <i>rakba</i> (rodilla)	Tania Australis	μ UMa
11	طرف السفينة <i>ṭarf al-safīna</i> (la proa de la nave)	¿?	Argo Navis ²³⁴
12	زبانة <i>zubāna</i> (pinza)	Acubens	α Cnc
13	رجل <i>riŷl</i> (pata)	Tania Borealis	λ UMa
14	عنق شجاع <i>‘unq šuŷā</i> (cuello de hidra)	Minchar	σ Hya
15	جناح الغراب <i>ŷanāḥ al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
16	الرامي <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
17	فكة <i>fakka</i> (anillo roto)	Alphecca	α CrB
18	العزل <i>al-a-‘zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
19	عنق <i>‘unq</i> (cuello)	Unukalhai	α Ser
20	القلب <i>al-qalb</i> (el corazón)	Antares	α Sco
21	حواء <i>ḥawā</i> (encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
22	واقع <i>wāqi</i> (que cae)	Vega	α Lyr
23	الطائر <i>al-tā’ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
24	سعد ناشرة <i>sa’id nāšira</i> (portadora de buenas noticias)	Nashira	γ Cap
25	دلفين <i>dulfin</i> (delfín)	Deneb Dulfín	ϵ Del
26	ردف <i>ridf</i> (rabadilla)	Deneb	α Cyg
27	منكب <i>mankib</i> (hombro)	Scheat	β Peg
28	ذنب <i>ḍanab</i> (cola)	Deneb Kaitos	β Cet

²³⁴ Esta constelación no existe hoy pues, por su gran tamaño, fue dividida en tres constelaciones en el siglo XVIII: Carina, Puppis y Vela.

A destacar la presencia en la posición 11 de la estrella *tarf al-safīna* (la proa de la nave) de la constelación Argo Navis. Sólo otros dos astrolabios, ambos nazaríes incorporan esta estrella en su *araña* (ver fichas A26 y A33).

El reverso de la *araña* no conserva marcas de los diámetros ni de los círculos estructurales pero sí restos de las incrustaciones de plata que debieron tener los punteros.

- *Láminas*: tiene dos *láminas* grabadas por ambas caras con 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) y المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abʿyad*) y también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). Además cuentan todas con las curvas que marcan las horas de oración, con líneas en espina de pez y con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino, tras la puesta del sol	شفق <i>šafaq</i>	Hora 2 ^a . Línea crepusculina
الفجر <i>al-faʿr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	فجر <i>faʿr</i>	Hora 11 ^a . Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	خط الظهر Línea de <i>al-zuhr</i>	Hora 8 ^a
العصر <i>al-ʿaṣr</i> : Por la tarde	خط العصر Línea de <i>al-ʿaṣr</i>	Hora 10 ^a

La ubicación de las líneas crepusculinas a 18° bajo la línea del horizonte y por tanto en los espacios de las horas 2^a y 11^a está recogida en el Tratado del Astrolabio del cordobés Ibn al-Šaffār (m. 1035).²³⁵

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	لكل موضع عرضه له <i>li-kul maūḍʿa ʿarḍuhu 35</i> Para todo lugar cuya latitud sea 35°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 126 mm Espesor = 1 mm Peso = 75 gr
	1b	لكل موضع عرضه له ل <i>li-kul maūḍʿa ʿarḍuhu 35-30</i> Para todo lugar cuya latitud sea 35° 30ʹ	
2	2a	لكل موضع عرضه ل <i>li-kul maūḍʿa ʿarḍuhu 30</i> Para todo lugar cuya latitud sea 30°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro=126 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 61 gr
	2b	لكل موضع عرضه لج <i>li-kul maūḍʿa ʿarḍuhu 33</i> Para todo lugar cuya latitud sea 33°	

²³⁵ MILLAS (1931), pp. 29-30.

Ninguna de las latitudes indicadas en las *láminas* corresponden a lugares de la península Ibérica, son todas latitudes de emplazamientos en África u Oriente Medio.

- *Trono*: tiene perfil triangular acampanado con decoración de dos dobles palmetas de lóbulos finos y lisos afrontadas de forma simétrica y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 9 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 30°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* en forma de omega con tres pequeños círculos y cuatro líneas paralelas incisas y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 135 mm de longitud, 5 mm de anchura y no se puede separar del *clavo*, con un peso total de ambos elementos de 40 gramos. Tiene un quiebro central que la divide en dos segmentos y conserva una sola pínula de 20 mm x 13 mm situada a 9 mm del extremo de la *alidada*.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* está unido a la *alidada* y no se conserva el *caballete*.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue adquirido en África por D. Pascual de Gayangos y donado por sus herederos el 28 de enero de 1898 a la Real Academia de la Historia²³⁶.



BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

CALVO (1993), p. 31; CALVO (1992a), pp. 120-121; EIROA (2006), pp. 69-70; GARCIA FRANCO (1955), pp. 298-308; GUNTHER (1932), p. 279; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.6.a); MARTÍNEZ NUÑEZ (2007), pp. 138-139; MAYER (1956), pp. 35-36; PRICE, (1955), pp. 364 y 373; RENAUD (1942), pp. 21-22; RUIZ MORALES (2010), p. 149; SAAVEDRA Y MORAGAS (1875), pp. 407-408; VERNET (2001a), p. 249; VERNET y SAMSÓ (1992), p. 225.

²³⁶ ALMAGRO-GORBEA y ÁLVAREZ-SANCHÍS (1998), pp. 85 y 86.

A28: Astrolabio ibn Bāso (1) del Museo de Arte Islámico de Doha

ICN / International Instrument Checklist Number = #144

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāso Lugar: Granada Fecha: 704H/1304-1305</p> <p>Material: Latón y plata Diámetro: 16,6 cm Altura: 18,1 cm Espesor: -- Peso: --</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación <i>abʿyād</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el <i>dorso</i>): <i>Lo realizó Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāso año 704</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 9 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Museo de Arte Islámico de Doha (Qatar) (nº inv. MW.394.2007)</p>		

1.- Aspectos generales²³⁷

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Su autor Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāso es uno de los más conocidos de entre los astrolabistas andalusíes (detalles de su biografía en la ficha A27).²³⁸

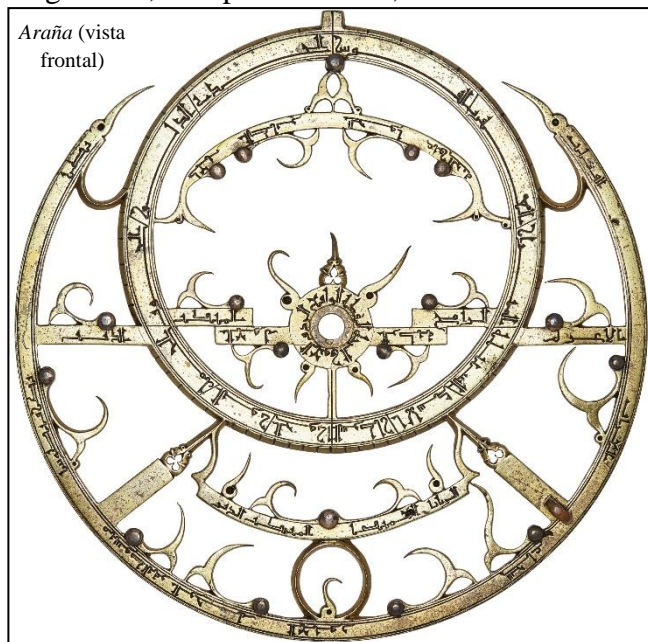
Nos han llegado tres astrolabios de este autor, el que nos ocupa, el de la Real Academia de la Historia de fecha 694H/1294-1295 (ficha A27) y otro conservado también en el Museo de Arte Islámico de Doha de fecha 709H/1309-10 (ficha A29).

El astrolabio está realizado en latón con incrustaciones de plata en la parte central del *dorso* se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* tiene como referente las del astrolabio que hizo en Toledo Muḥammad ibn al-Ṣaffār en 1029 y

²³⁷ No se ha trabajado con el astrolabio in situ pero la excelente colección de fotografías facilitadas por el museo de Doha ha permitido su estudio en profundidad. Mi agradecimiento a Marc Pelletreau del Museo de Arte Islámico de Doha por su profesionalidad y generosidad.

²³⁸ CALVO (1993), p. 32. La transcripción que hizo Robert Gunther en 1932 del nombre del astrolabista contenido en la inscripción al dorso fue incorrecta, pues lo transcribió como Ahmad ibn Hassanain ibn Barakah.[ref. GUNTHER (1932), p. 289 nº 144). El error fue corregido por Mayer en 1956 [ref. MAYER (1956), p. 86].

aparece en tres astrolabios taifas y en otros dos nazaríes.²³⁹ En ese mismo espacio central del *dorso*, en el cuadrante superior izquierdo y superpuesto a parte de la inscripción de autoría se ha grabado, con posterioridad, un cuadrante horario universal. La *araña* presenta punteros en



forma de doble palmeta de lóbulos finos y lisos con un extremo fijado a la base y el otro marcando la posición de la estrella. También el *trono* incorpora este tipo de dobles palmetas, un elemento decorativo vegetal presente en la decoración andalusí, tanto en objetos metálicos como en marfil, textiles, madera y en recubrimientos murales.

El astrolabio cuenta con una *lámina* universal del tipo *al-safīha al yāmiā li-yāmi al-urūd* (*Lámina General para todas las Latitudes*) inventada por Abū ‘Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāso (m.

716H/1316-17), padre del astrolabista, en el año 673H/1274-75 y que permite su uso en cualquier latitud.²⁴⁰ Sus *láminas* sirven un total de 17 latitudes (entre 21°40’ y 66°) y lleva inscrito el nombre de 11 ciudades de las cuales 4 son andalusíes y el resto de otros lugares del Islam.²⁴¹ También cuenta con dos *láminas* de tipo astrológico para uso en la latitud de Granada en las que figuran inscripciones relativas a las doctrinas de Ptolomeo y Hermes.

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos en el *dorso* y ocho de las *láminas* con trazo elegante y firme. La grafía de la *araña* es también cúfica pero sin puntos diacríticos, claramente diferente. La última *lámina* es una adición posterior y su grafía es *nasjī*.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña*, el *trono* y el *caballete*. La *araña* es completamente simétrica respecto a su eje vertical lo cual resulta sorprendente pues, si bien todos los astrolabios andalusíes buscan la simetría en su diseño, nunca se consigue de forma completa ya que los punteros deben ubicarse en las posiciones correspondientes a las coordenadas estelares. La *araña* conserva prácticamente todas las incrustaciones de semiesferas de plata en los orificios de los punteros y dos *mudīr*, también semiesféricos de plata, situados en su eje vertical.

La forma de casi todos los punteros de la *araña* es una doble palmeta lisa, con un pétalo libre para marcar la posición de la estrella y el otro fijado a la estructura de la *araña* para no crear confusión e incrementar la solidez del puntero. Hay un puntero distinto que presenta base

²³⁹ Ver fichas A4, A5, A12, A13, A27 y A29.

²⁴⁰ Un detallado estudio sobre la familia Ibn Bāso y su presencia en al-Andalus en CALVO (1993), pp. 23-26.

²⁴¹ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.






trilobulada y punta recta y otros siete resueltos con una palmeta simple de base circular perforada y cuerpo fino y liso.





La *araña* cuenta con un fragmento de la banda ecuatorial en la parte superior de la misma que se une a la eclíptica mediante un adorno compuesto por una pareja de dobles palmetas afrontadas simétricamente. Esa banda ecuatorial da soporte a cuatro punteros. La doble palmeta es un elemento decorativo vegetal presente en la decoración andalusí, tanto en objetos metálicos como en marfil, textiles, madera y en estucos de recubrimiento arquitectónico.

La banda equinoccial de la *araña* se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, dotándola de más dinamismo visual. Un pequeño fragmento de la banda solsticial une la eclíptica con el anillo central de la *araña*. Dos discretos semicírculos completan la estructura en la unión del anillo de la eclíptica con el anillo exterior, el círculo de Capricornio. La banda ecuatorial forma parte de una estructura decorativa totalmente simétrica, rematando lateralmente con sendas formas prismáticas, a modo de pilares, sobre los que apoyan un par de bases trilobuladas que soportan una punta recta, cada una, a la que se adosa una forma curvada que recuerda a medio arco apuntado bilobulado. Un círculo central cobija un puntero en forma de palmeta simple.

El *trono* tiene un perfil triangular acampanado con una pareja de dobles palmetas afrontadas con incrustaciones de plata en los dos orificios que generan. Las superficies llevan líneas grabadas por el anverso y el reverso para emular las nervaduras de las palmetas.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la <i>araña</i>			
	Puntero en doble palmeta lisa, con un lóbulo libre que marca la posición de la estrella y otro fijado a la estructura de la <i>araña</i> . Incrustación de semiesfera de plata en el peciolo de la palmeta	Puntero en forma de palmeta simple, de base circular perforada	Puntero de base trilobulada y punta algo curvada
Adornos en la <i>araña</i>			
	Estructura decorativa inferior totalmente simétrica. Fragmento de la banda ecuatorial con remates laterales en forma de pilar sobre el que apoya base trilobulada rematada en punta recta a la que se adosa forma curva que recuerda a medio arco apuntado bilobulado. Elemento decorativo central circular que cobija un puntero en palmeta simple. Cinco incrustaciones de semiesferas de plata.		Círculo central que cobija un puntero en forma de palmeta simple

		
	Estructura decorativa superior: fragmento de la banda ecuatorial unido a la eclíptica mediante un adorno compuesto por una pareja de dobles palmetas afrontadas simétricamente	Detalle del adorno
Trono		
	Perfil triangular acampanado con una pareja de dobles palmetas afrontadas. Nervaduras de las palmetas grabadas	Forma de pájaro con detalles morfológicos como un largo pico, cresta y ojo delineado

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

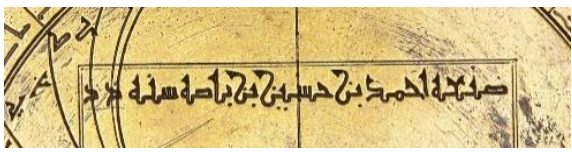
- *Madre*: consta de una placa circular de 166 mm de diámetro que lleva adherida y remachada en ocho puntos una *corona* de 12,5 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El fondo de la *madre*, de 141 mm de diámetro, presenta una *lámina* incompleta, que, de haberse terminado, serviría para una latitud de 90°, es decir, estaría destinada a la realización de cálculos matemáticos y astronómicos.
- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan, cada uno, una escala con los valores de las cotangentes rotulados de 3 en 3 en notación *abîyad*, entre 15 y 36. No se han grabado las inscripciones que evidencian la relación de estas escalas con el doble *cuadrado de sombras* graduado en “dedos” cuya función refuerza y completa.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-yāwzā* = el gigante).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

En la parte central del *dorso* se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* tiene como referente las del astrolabio que hizo en Toledo Muḥammad ibn al-Ṣaffār en 1029 y aparece en otros dos astrolabios taifas y en tres nazaríes.²⁴² La inscripción de autoría, enmarcada en un rectángulo, dice:

²⁴² Ver fichas A4, A5, A12, A13, A27 y A29.

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>صنعه احمد بن حسين بن باصه سنة ٧٠٤</p> <p><i>Lo realizó Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo año 704</i></p>	

Hay que hacer notar que en la inscripción pone Bāṣh como ya indicó Mayer en 1956.²⁴³ Es así también como firma el autor en el astrolabio que realizó cinco años después de este (ficha A29). Sin embargo su padre firma Bāṣ en su Tratado de la Lámina General y esa es la misma forma que usa el hijo en el más antiguo de los tres astrolabios suyos que nos han llegado (ficha A27). Nadie ha dudado de que ambas formas de firmar se refieran al mismo apellido: Bāṣo.

En ese mismo espacio central del *dorso*, en el cuadrante superior izquierdo y superpuesto a parte de la inscripción de autoría se ha grabado, con posterioridad, un cuadrante horario universal, es decir, una gráfica con las seis curvas de las *horas desiguales* rotuladas con sus valores numéricos (1 a 6 y 7 a 12). En la imagen de la inscripción se puede ver claramente como las curvas de ese cuadrante horario se superponen a las dos últimas letras de la inscripción de autoría, algo inexplicable si ambas cosas se hubieran grabado simultáneamente.

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las dos líneas verticales llevan la misma inscripción الظل المنكوس (*al-ẓil al-mankūs* = la sombra versa) y la única inscripción horizontal الظل المبسوط (*al-ẓil al-mabsūt* = la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, con sus valores numéricos rotulados de tres en tres (3, 6, 9, 12) en notación *abyād*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 164 mm, un grosor de 1,6 mm y pesa 74 gramos. Presenta una estructura, en cuanto a la ubicación de los punteros estelares, de perfecta simetría respecto al diámetro vertical. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco con sus nombres rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso*. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Tiene un total de 28 punteros estelares de los cuales 15 están fuera del círculo de la eclíptica, uno de ellos sin inscripción el nombre de la estrella y 13 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):²⁴⁴

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁴⁵	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	<p>بطن قيطوس</p> <p><i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)</p>	Baten Kaitos	ζ Cet
2	<p>الغول</p> <p><i>al-gūl</i> (el ogro)</p>	Algol	β Per
3	<p>مبسط النهر</p>	Achernar	α Eri

²⁴³ MAYER (1956), p. 35.

²⁴⁴ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁴⁵ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁴⁵	Nombre actual de la estrella	Identificación
	<i>mabsūt al-nahr</i> (la extensión del río)		
4	الدبران <i>al-dabar</i> (forma errónea, faltan las dos últimas letras, debería decir <i>al-dabarān</i> , “la que sigue”)	Aldebarán	α Tau
5	العبيوق <i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
6	الرجل <i>al-riyl</i> (la pierna)	Rigel	β Ori
7	المنكب <i>al-mankib</i> (el hombro)	Betelgeuse	α Ori
8	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumaysā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	No tiene inscripción Por la posición podría ser: طرف السفينة <i>ṭarf al-safīna</i> (la proa de la nave)	ζ?	Argo Navis ²⁴⁶
11	الرجل <i>al-riyl</i> (pata)	Tania Borealis	λ UMa
12	الركبة <i>al-rakba</i> (la rodilla)	Tania Australis	μ UMa
13	الزبانة <i>al-zubāna</i> (la pinza)	Acubens	α Cnc
14	شجاع <i>ṣuyā</i> (hidra)	Minchar	σ Hya
15	الغراب <i>al-gurāb</i> (el cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
16	الرامي <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
17	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
18	العزل <i>al-a’zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
19	عنق الحية <i>‘unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukalhai	α Ser
20	القلب <i>al-qalb</i> (el corazón)	Antares	α Sco
21	الحواء <i>al-ḥawā</i> (el encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
22	الواقع <i>al-wāqi</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
23	الطائر <i>al-tā’ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
24	جدي <i>ḡadī</i> (cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
25	كعب <i>ka’ib</i> (talón)	Ji Pegasi	χ Peg
26	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
27	المنكب <i>al-mankib</i> (el hombro)	Scheat	β Peg
28	الذنب <i>al-ḡanab</i> (la cola)	Deneb Kaitos	β Cet

²⁴⁶ Esta constelación no existe hoy pues, por su gran tamaño, fue dividida en tres constelaciones en el siglo XVIII: Carina, Puppis y Vela.

El reverso de la *araña* muestra no conserva marcas de los diámetros y los círculos estructurales pero sí restos de las incrustaciones de plata de los punteros

- *Láminas*: tiene nueve *láminas* grabadas por ambas caras, ocho originales y una añadida posteriormente cuya grafía no es cúfica sino *nasjī*. De las ocho originales, dos y una cara de una tercera son astrológicas y, lo más relevante, una de las *láminas* es universal, de uso en todas las latitudes según el modelo definido y diseñado por Abū ‘Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāṣo, padre del autor del astrolabio.

Las *láminas* de latitud de la fase original del instrumento tienen grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). Además cuentan todas con las curvas que marcan las horas de oración, con líneas en espina de pez, y con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino, tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Hora 2 ^a . Línea crepusculina
الفجر <i>al-faṣṣr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faṣṣr</i>	Hora 11 ^a Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	خط الظهر Línea de <i>al-zuhr</i>	Hora 8 ^a
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	خط العصر Línea de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 10 ^a

La novena *lámina*, añadida quizá en época contemporánea a tenor de su grafía, presenta algunas diferencias respecto a las originales. El número de curvas almicantares y azimutales es el mismo, como lo son las 12 curvas de las *horas desiguales* con sus valores numéricos en notación *abṣad*. La línea que separa la hora sexta de la séptima también lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana) y las curvas que marcan las horas de oración, sólo tres, van grabadas con línea continua y con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino, tras la puesta del sol	قوس الشفق Arco de <i>al-šafaq</i>	Hora 2 ^a . Línea crepusculina
الفجر <i>al-faṣṣr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faṣṣr</i> [en cara “a”] قوس الفجر Arco de <i>al-faṣṣr</i> [en cara “b”]	Hora 11 ^a Línea crepusculina
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	خط العصر Línea de <i>al-‘aṣr</i> [en cara “a”] قوس العصر Arco de <i>al-‘aṣr</i> [en cara “b”]	Hora 10 ^a

La ubicación de las líneas crepusculinas a 18° bajo la línea del horizonte y por tanto en los espacios de las horas 2^a y 11^a está recogida en el Tratado del Astrolabio del cordobés ibn al-Šaffār (m. 1035).²⁴⁷

²⁴⁷ MILLAS (1931), pp. 29-30.

El tipo de *lámina* y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina
1	1a	لعرض مكة و كل بلد عرضه كام <i>li- 'arḍ Maka wa kul balad 'arḍuhu 21-40</i> Para la latitud de Meca y cualquier lugar de latitud 21°40'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	1b	لعرض اسكندرية و كل بلد عرضه لا <i>li- 'arḍ Iskandariya wa kul balad 'arḍuhu 31</i> Para la latitud de Alejandría y cualquier lugar de latitud 31°	
2	2a	لعرض مراکش و كل بلد عرضه ل <i>li- 'arḍ Marākiš wa kul balad 'arḍuhu 30</i> Para la latitud de Marrakech y cualquier lugar de latitud 30°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	2b	لعرض فاس و كل بلد عرضه لج <i>li- 'arḍ Fās wa kul balad 'arḍuhu 33</i> Para la latitud de Fez y cualquier lugar de latitud 33°	
3	3a	لعرض الجزيرة و كل بلد عرضه لطل <i>li- 'arḍ al-Ġasīra wa kul balad 'arḍuhu 39-30</i> Para la latitud de Algeciras y cualquier lugar de latitud 39°30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	3b	لعرض سبتة و كل بلد عرضه له ك <i>li- 'arḍ Sebta wa kul balad 'arḍuhu 35-20</i> Para la latitud de Ceuta y cualquier lugar de latitud 35°20'	
4	4a	لعرض المرية و كل بلد عرضه لول <i>li- 'arḍ al-Marīa wa kul balad 'arḍuhu 36-30</i> Para la latitud de Almería y cualquier lugar de latitud 36°30'	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	4b	لعرض مالقة و كل بلد عرضه لز <i>li- 'arḍ Mālaqa wa kul balad 'arḍuhu 37</i> Para la latitud de Málaga y cualquier lugar de latitud 37°	
5	5a	لعرض غرناطة و كل بلد عرضه لز ل <i>li- 'arḍ Garnāta wa kul balad 'arḍuhu 37-30</i> Para la latitud de Granada y cualquier lugar de latitud 37°30'	De latitud con proyección estereográfica por la cara "a".
	5b	لجميع العروض <i>li-ḡamī' al- 'urūd</i> Para todas las latitudes	Universal tipo ibn Bāšo por la cara "b"
6	6a	لعرض لج <i>li- 'arḍ 33</i> Para la latitud 33°	Astrológica por ambas caras
	6b	لعرض لول <i>li- 'arḍ 36-30</i> Para la latitud 36°30'	
7	7a	مذهب بطلمیوس لعرض لز ل <i>maḍhab Bṭulumūs li- 'arḍ 37-30</i> Doctrina de Ptolomeo para la latitud 37°30'	Astrológica por ambas caras
	7b	مذهب الغافقي لعرض لز ل <i>maḍhab al-Gāfiqī li- 'arḍ 37-30</i> Doctrina de al-Gāfiqī para la latitud 37°30'	
8	8a	مذهب هرمنس لعرض لز ل <i>maḍhab Hirmis li- 'arḍ 37-30</i> Doctrina de Hermes para la latitud 37°30'	Astrológica por la cara "a"
	8b	Sin inscripción	De latitud con proyección

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina
		Nota: corresponde a la latitud de 66° (para usos matemáticos y astronómicos)	estereográfica por la cara “b”
9	9a	لعرض ادرنة و كل بلد عرض مب li- ‘arḍ Adrana wa kul balad ‘arḍ 42 Para la latitud de Edirne (Turquía, antigua Adrianópolis) y cualquier lugar de latitud 42°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Lámina añadida en fecha posterior. Quizá contemporánea
	9b	لعرض قسطنطن و كل بلد عرض م li- ‘arḍ Qusṭanṭin wa kul balad ‘arḍ 40 Para la latitud de Constantinopla y cualquier lugar de latitud 40°	

Merece destacarse que las tres *láminas* astrológicas se hicieron para uso en la latitud de Granada y que llevan en sus inscripciones centrales los nombres de Ptolomeo, de al-Gāfiqī y de Hermes [Trismegisto].²⁴⁸ El método de establecer las casas astrológicas atribuido a Ptolomeo es el que describe el astrónomo cordobés Ibn al-Samḥ (m. 1035) en su tratado *Kitāb al-‘amal bi-l-aṣṭurlāb* (Libro del uso del astrolabio) y que él considera el más importante porque así lo dijo el astrónomo abasí Ḥabaš al-Ḥāsib (activo en 835).²⁴⁹ El método atribuido a al-Gāfiqī es el denominado “método ecuatorial” y el atribuido a Hermes es el “método del primer vertical” que desarrolló el astrónomo persa al-Bīrūnī (973-1048).²⁵⁰ Estas *láminas* para uso astrológico presentan en cada cara la estructura de las curvas de las doce casas celestes, subdivididas en tres partes con sus valores numéricos rotulados en notación alfabética *abyād*.²⁵¹

- *Trono*: tiene perfil triangular acampanado con decoración de dos dobles palmetas afrontadas de forma simétrica respecto al eje vertical y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 14 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 40°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* mediante una pieza semicónica y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 145 mm de longitud, 5 mm de anchura y no presenta quiebros. En uno de sus brazos se ha grabado una escala de 12 partes iguales, cada una de ellas subdividida en 5 partes desiguales en la mayor parte de los casos.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* mide 35 mm de longitud y el diámetro de su cabeza es de 7 mm. El *caballete* tiene 51 mm de longitud y una curiosa forma de pájaro.

²⁴⁸ Hay dudas sobre la identidad de al-Gāfiqī pues es una *nisba* frecuente en al-Andalus. North propuso que podría ser el cordobés Ibn al-Šaffār pero esa opinión no es compartida por otros historiadores de la ciencia como Josep Casulleras (ver CASULLERAS (2008-2009), p. 246); Sobre el modo de construir las casas según la doctrina de Hermes ver PUIG (1987b), p. 84; Sobre el papel que jugó Hermes en la literatura científica islámica, ver: VAN BLADEL (2009).

²⁴⁹ VILADRICH (1987), p. 114.

²⁵⁰ NORTH (1987), pp. 48-49. Estos dos métodos para establecer las casas astrológicas se recogen también en el *Libro del Saber de Astrología* de Alfonso X.

²⁵¹ La construcción geométrica de las casas sigue el modo descrito en el *Risāla fī maṭariḥ al-šu‘ā’āt* (Tratado sobre la Proyección de Rayos) del matemático y astrónomo andalusí, de Jaén, Ibn Mu‘aḍ al-Ŷaynī (m. 1093) [ver CASULLERAS y HOGENDIJK (2012), pp. 52 y 81 y NORTH (1986), pp. 64-65].

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio formó parte de la importante colección particular de Samuel Verplanck Hoffman (Nueva York, 1866-1942) que era miembro de la New York Historical Society. Es el museo de esa institución la que recibe el astrolabio tras su muerte, de modo que figura ya en su catálogo de 1946.²⁵² Su siguiente destino fue el Museo Nacional de Historia de América (Smithsonian Institution) en el que se registró con el n° de inventario 322463. En el año 1984 ya no formaba parte de la colección del museo aunque aún se incluye en el catálogo crítico de Gibbs y Saliba de esa fecha. En la década de los 90 del siglo XX, formaba parte de otra importantísima colección particular, la del neoyorquino Leonard Linton (1922-2005) establecida en la ciudad de Point Lookout (estado de Nueva York). En 2007, este astrolabio, junto con otros de la colección Linton, fue adquirido por el Museo de Arte Islámico de Doha donde se encuentra en la actualidad.



BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

CALVO (1993), p. 32; CASULLERAS (2008-2009), p. 256; CASULLERAS y HOGENDIJK (2012), pp. 52 y 81; GIBBS y SALIBA (1984), pp. 40 y 137-139; GUNTHER (1932), p. 289; HOLLOWAY (1946), p. 68; KING (1992e), pp. 382-383; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.6.b); MAYER (1956), pp. 35-36 y 86; NORTH (1986), pp. 60-65; NORTH (1987), pp. 48-49; PRICE (1955), pp. 364 y 373; RENAUD (1942), pp. 21-22; UNITY ISLAMIC ART (1985), p. 83.

²⁵² HOLLOWAY (1946), p. 68.

A29: Astrolabio ibn Bāšo (2) del Museo de Arte Islámico de Doha

ICN / International Instrument Checklist Number = #1203

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo Lugar: Granada Fecha: 709H/1309-1310</p> <p>Material: Latón y plata Diámetro: --- Altura: --- Espesor: -- Peso: --</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i> Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>dorso</i> y <i>araña</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el <i>dorso</i>): <i>Lo realizó Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo año 709</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre, araña, 5 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión.</i></p>		
<p>Conservado en: Museo de Arte Islámico de Doha (Qatar) (nº inv. MW.342.2007)</p>		

1.- Aspectos generales²⁵³

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado. Su autor Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo es uno de los más conocidos de entre los astrolabistas andalusíes (detalles de su biografía en la ficha A27). La fecha que figura en la firma de autoría, el año 709H, corresponde a la de la muerte de este astrolabista según la crónica de Ibn al-Jaʿfīb y por tanto esta podría haber sido su última o una de sus últimas obras.²⁵⁴

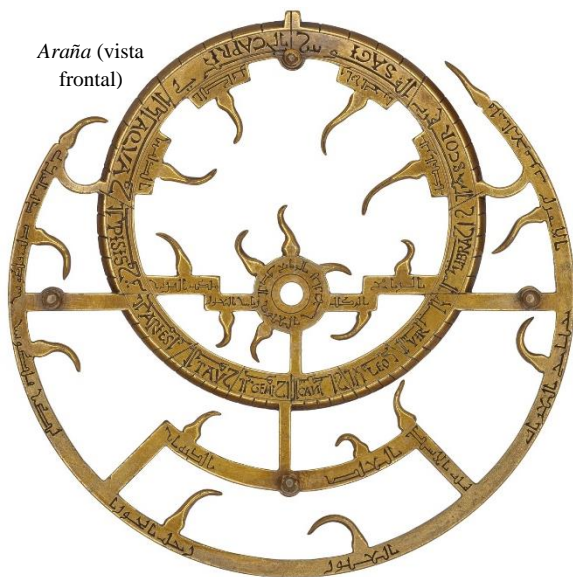
Nos han llegado tres astrolabios de este autor, el que nos ocupa, el de la Real Academia de la Historia de fecha 694H/1294-1295 (ficha A27) y el otro conservado en el Museo de Arte Islámico de Doha de fecha 704H/1304-05 (ficha A28)].

²⁵³ No se ha trabajado con el astrolabio in situ pero la excelente colección de fotografías facilitadas por el museo de Doha ha permitido su estudio en profundidad. Mi agradecimiento a Marc Pelletreau del Museo de Arte Islámico de Doha por su profesionalidad y generosidad.

²⁵⁴ CALVO (1993), p. 32.

El astrolabio está realizado en latón y su *araña* presenta un diseño completamente diferente a la de los otros dos astrolabios firmados por el mismo autor, tanto en lo que se refiere

Araña (vista frontal)



a la forma de los punteros, que no responden al tipo de doble palmeta habitual de Ibn Bāso, como a su número, claramente menor. Tiene un diseño retardatario, más cercano a los astrolabios califales que al resto de producción taifa, almohade y nazarí. No cuenta con ningún elemento decorativo, ni siquiera el círculo en la parte central inferior y los punteros son muy simples. Es muy probable que esta *araña* no sea la original y se haya reutilizado de otro astrolabio anterior. El *trono* sí incorpora las dobles palmetas, superpuestas y entrelazadas, un elemento

decorativo vegetal identificativo de este autor.

En la parte central del *dorso* lleva grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* tiene como referente las del astrolabio que hizo en Toledo Muḥammad ibn al-Ṣaffār en 1029 y aparece en tres astrolabios taifas y otros dos nazaríes.²⁵⁵

El astrolabio cuenta con una *lámina* universal del tipo *al-safṭha al yāmia li-yāmi al-urūd* (*Lámina General para todas las Latitudes*) inventada por Abū ‘Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāso (m. 716H/1316-17), padre del astrolabista, en el año 673H/1274-75 y que permite su uso en cualquier latitud.²⁵⁶ Sus *láminas* sirven un total de 7 latitudes (entre 21°40’ y 39°30’) y lleva inscrito el nombre de siete ciudades de las cuales tres son andalusíes y el resto de otros lugares del Islam.²⁵⁷ También cuenta con una *lámina* de tipo astrológico por sus dos caras que está sin terminar.

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos en el *dorso* y las *láminas* con trazo elegante y firme. Las inscripciones de los signos del zodiaco en el *dorso* y en la *araña* incorporan los nombres abreviados en latín, grabados en los espacios que dejan libres los nombres en árabe. Esta grafía latina parece corresponder al periodo medieval.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en el *trono* pero es casi inexistente en la *araña* que sí conserva los cuatro *mudīr* semiesféricos de plata. Los punteros son geométricos en forma de puntas levemente curvadas, muy simples y retardatarios. Como es habitual, los cuatro punteros

²⁵⁵ Ver fichas A4, A5, A12, A13, A27 y A28.

²⁵⁶ Un detallado estudio sobre la familia Ibn Bāso y su presencia en al-Andalus en CALVO (1993), pp. 23-26.




²⁵⁷ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

que se apoyan en la eclíptica lo hacen a través de una base trapezoidal donde está grabado el nombre de la estrella.

La banda equinoccial de la *araña* se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y la banda solsticial une el círculo central con la eclíptica y desde ella con la banda ecuatorial en dos segmentos discontinuos.

El *trono* tiene un perfil triangular con borde festoneado y presenta en ambas caras un armonioso conjunto de dobles palmetas entrelazadas. Es muy similar al del astrolabio nazarí anónimo conservado en el Technisches Museum de Viena (ficha A30).

Imágenes representativas de estos elementos decorativos [fotos © Museo de Arte Islámico de Doha]:

Punteros de la araña		
	Puntero recto sobre base trapezoidal	Puntero levemente curvado
Trono		
Forma triangular, borde festoneado y decoración con entrelazado de dobles palmetas		

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular que lleva adherida una *corona* con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El fondo de la *madre* está prácticamente en blanco pues sólo tiene grabados los tres círculos concéntricos que representan el círculo de Cáncer, el del ecuador y el de Capricornio.
- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan, cada uno, una escala con los valores de las cotangentes rotulados en notación *abýad*, entre 15 y 36. No se han grabado las inscripciones que evidencian la relación de estas escalas con el doble *cuadrado de sombras* graduado en “dedos” cuya función refuerza y completa.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-ýawzā* = el gigante).

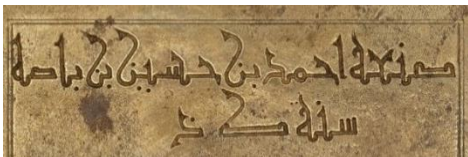
Con posterioridad, probablemente en los siglos XIV o XV, se añadieron los nombres, completos o abreviados, de los signos del zodiaco en una combinación poco ortodoxa del latín y el catalán/valenciano medieval, que debía aproximarse a la lengua oral. El retallado gótico se ubica

en los espacios libres que deja la grafía árabe original y con los nombres invertidos en sentido vertical, para compensar las distintas direcciones de escritura del árabe y el latín o la lengua vernácula. Los nombres están inscritos como sigue: ARIES, TAVR, GEMI, CAN, LEO, VIR, LIBRA, SCOR, SAGI, CAPRI, AQVA, PISIS. Es precisamente el uso de “PISIS” en lugar del término en latín “PISCES” el que señala el uso combinado de nombres en latín y en lengua vernácula.

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al punto medio entre el 13 y el 14 de marzo.

En la parte central del *dorso* se ha grabado un cuadrado que aloja, en su parte superior, la inscripción de autoría y en la parte inferior un doble *cuadrado de sombras*. Esta ordenación del espacio central del *dorso* tiene como referente las del astrolabio que hizo en Toledo Muḥammad ibn al-Ṣaffār en 1029 y aparece en tres astrolabios taifas y otros dos nazaríes.²⁵⁸

La inscripción de autoría dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>صنعه احمد بن حسين بن باصه سنة ط ذ</p> <p><i>Lo realizó Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo año 709</i></p>	

Hay que hacer notar que en la inscripción pone Bāṣh como ya indicó Mayer en 1956.²⁵⁹ Es así también como firma el autor en el astrolabio que realizó cinco años antes que este (ver ficha A28). Sin embargo su padre firma Bāṣ en su Tratado de la Lámina General y esa es la misma forma que usa el hijo en el más antiguo de los tres astrolabios suyos que nos han llegado (ver ficha A27). Nadie ha dudado de que ambas formas de firmar se refieran al mismo apellido: Bāṣo. Es sorprendente el error que muestra la inscripción en el número 709 pues se ha intercambiado el orden de las letras en numeración *abʿyād*. Podría tratarse de una contaminación con el orden en el que se escriben los números en notación indoarábica que ya se utilizaban en el mundo islámico en estas fechas.

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las dos líneas verticales llevan la misma inscripción *الظل المنكوس* (*al-ẓil al-mankūs* = la sombra versa) y la única inscripción horizontal *الظل المبسوط* (*al-ẓil al-mabsūṭ* = la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, con sus valores numéricos rotulados de tres en tres (3, 6, 9, 12) en notación *abʿyād*.

- *Araña*: conserva los cuatro pequeños pomos (*mudīr*) que facilitan su giro en torno al centro. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco con sus nombres rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso*. También se han grabado con posterioridad los nombres en latín y lengua vernácula como en el *dorso* excepto el signo de

²⁵⁸ Ver fichas A4, A5, A12, A13, A27 y A28.

²⁵⁹ MAYER (1956), p. 35

Tauro que se ha rotulado TAV en lugar de TAVR. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y da soporte sólo a cuatro punteros.

Tiene un total de 23 punteros estelares de los cuales 11 están fuera del círculo de la eclíptica y 12 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):²⁶⁰

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁶¹	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>batn qaytūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	رأس الغول <i>ra's al-gūl</i> (la cabeza del ogro)	Algol	β Per
3	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
4	العيوق <i>al-'ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
5	رجل الجوزا <i>riyl al-yāwzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
6	العبور <i>al-'abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
7	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
8	الركبة <i>al-rakba</i> (la rodilla)	Tania Australis	μ UMa
9	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
10	بنات نعش <i>banāt na 'š</i> (plañideras)	Alkaid	η UMa
11	جناح الغراب <i>ḡanāḡ al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
12	العزل <i>al-a 'zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
13	الرامي <i>al-rāmiḡ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
14	منير الفكة <i>munīr al-fakka</i> (la brillante del anillo roto)	Alphecca	α CrB
15	قلب العقرب <i>qālb al-'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
16	رأس الحواء <i>rās al-ḡawā</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
17	الواقع <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
18	الطائر <i>al-tā'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
19	الدلفين <i>al-dulfīn</i> (el delfín)	Deneb Dulfín	ε Del
20	ذنب الجدي <i>ḡanab al- yadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
21	منكب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
22	الردف <i>al-riḡf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg

²⁶⁰ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁶¹ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁶¹	Nombre actual de la estrella	Identificación
23	ذنب قيطوس <i>ḍanab qayṭūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* muestra no conserva marcas de los diámetros y los círculos estructurales pero sí de las incrustaciones de los cuatro *mudīr*.

- *Láminas*: tiene cuatro *láminas* grabadas por ambas caras, una de ellas es universal, de uso en todas las latitudes según el modelo definido y diseñado por Abū ‘Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāṣo, padre del autor del astrolabio.

Las *láminas* de latitud tienen grabadas 15 curvas almlicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). Además cuentan todas con las curvas que marcan las horas de oración, con líneas en espina de pez, y con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino, tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Hora 2ª. Línea crepusculina
الفجر <i>al-faṣṣr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faṣṣr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	خط الظهر Línea de <i>al-zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	خط العصر Línea de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 10ª

La ubicación de las líneas crepusculinas a 18° bajo la línea del horizonte y por tanto en los espacios de las horas 2ª y 11ª está recogida en el Tratado del Astrolabio del cordobés ibn al-Ṣaffār (m. 1035).²⁶²

El tipo de *lámina* y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina
1	1a	لعرض مكة و كل بلد عرضه كام <i>li-‘arḍ Maka wa kul balad ‘arḍuhu 21-40</i> Para la latitud de Meca y cualquier lugar de latitud 21°40’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	1b	لعرض اسوان و كل بلد عرضه كج <i>li-‘arḍ Aswān wa kul balad ‘arḍuhu 23</i> Para la latitud de Asuán y cualquier lugar de latitud 23°	
2	2a	لعرض سبتة و كل بلد عرضه له ك <i>li-‘arḍ Sebta wa kul balad ‘arḍuhu 35-20</i> Para la latitud de Ceuta y cualquier lugar de latitud 35°20’	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	2b	لعرض المرية و كل بلد عرضه لول <i>li-‘arḍ al-Marīa wa kul balad ‘arḍuhu 36-30</i> Para la latitud de Almería y cualquier lugar de latitud 36°30’	

²⁶² MILLAS (1931), pp. 29-30.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina
3	3a	لعرض مالقة و كل بلد عرضه لز <i>li- 'arḍ Mālaqa wa kul balad 'arḍuhu 37</i> Para la latitud de Málaga y cualquier lugar de latitud 37°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	3b	لعرض الجزيرة و كل بلد عرضه لطل <i>li- 'arḍ al-Ġasīra wa kul balad 'arḍuhu 39-30</i> Para la latitud de Algeciras y cualquier lugar de latitud 39°30'	
4	4a	لعرض غرناطة و كل بلد عرضه لز ل <i>li- 'arḍ Garnāta wa kul balad 'arḍuhu 37-30</i> Para la latitud de Granada y cualquier lugar de latitud 37°30'	De latitud con proyección estereográfica por la cara "a". Universal tipo ibn Bāso por la cara "b"
	4b	No lleva ninguna inscripción [es una lámina general para todas las latitudes]	

La *lámina universal* no lleva ninguna inscripción aunque se reconoce por su forma. Se ha ubicado en el reverso de la *lámina* para uso en Granada, igual que en el astrolabio del mismo autor realizado cinco años antes (ficha A28).

- *Trono*: tiene un perfil triangular con borde festoneado y un armonioso conjunto de dobles palmetas entrelazadas. El arco de su base abarca un ángulo de 55°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* y una *anilla* circular.
- *Alidada*: no presenta quiebros, remata a ambos lados en forma lobulada y sus pínulas tienen dos orificios cada una para hacer la alineación visual.
- *Clavo y caballete*: podrían ser originales.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Leo Mayer indica en su libro *Islamic Astrolabists and their Works* de 1956 que este astrolabio pertenecía en su tiempo a la colección privada de M.G. Prin de París y que previamente había pertenecido a la colección Gauthier. En la década de los 80 del siglo XX pertenecía a un coleccionista belga cuyo nombre se omite por su deseo expreso y que en 2007 lo vendió al Museo de Arte Islámico de Doha donde se encuentra en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

CALVO (1993), p. 32; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.6.c); MAIER (1996), p. 262; MAYER (1956), pp. 35-36; RENAUD (1942), pp. 21-22.

A30: Astrolabio nazarí del Technisches Museum de Viena

ICN / International Instrument Checklist Number = #1100

FRENTE	<p>Constructor: Anónimo</p> <p>Lugar: ¿Granada?</p> <p>Fecha: ¿ca. 715H/ ca. 1315-1316?</p>	DORSO
	<p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 15,8 cm</p> <p>Altura: 18,1 cm</p> <p>Espesor: 0,98 cm</p> <p>Peso: 1319 gr</p>	
<p>Grafía: Cúfica con puntos diacríticos y latina</p> <p>Inscripciones numéricas en notación <i>abjad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones numéricas en cifras occidentales: en <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en lengua provenzal²⁶³: en <i>dorso</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 8 <i>láminas</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Technisches Museum de Viena (nº inv. 15144)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico sin datar ni firmar cuenta, entre sus ocho *láminas*, con una *lámina* universal del tipo *al-saf̣ḥa al yāmiya li-yāmi al-urūd* (*Lámina General para todas las Latitudes*) inventada por Abū ‘Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāṣo (m. 716H/1316-17) en el año 673H/1274-75 y que permite su uso en cualquier latitud.²⁶⁴ El año de 1274 se configura, por lo tanto como fecha *post quem* a la hora de datar el astrolabio.²⁶⁵ Por las latitudes de sus *láminas*, mayoritariamente de la península Ibérica, la forma de sus punteros estelares y la grafía de sus inscripciones, puede proponerse una datación en el siglo XIV y un taller granadino, ubicándolo en la producción astrolabista nazarí. Samsó atribuye su autoría a Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo aunque la mera presencia de la *lámina* universal no es suficiente razón, estando, como está, presente en 23 astrolabios realizados en distintos lugares del Islam, desde al-Andalus hasta

²⁶³ FIRNEIS (1987), p. 227. La autora considera que los nombres abreviados de los meses inscritos en el *dorso* corresponden a la lengua provenzal.

²⁶⁴ Información sobre esa *lámina* universal en: CALVO (1993), pp. 23-26.

²⁶⁵ PRICE (1955), p. 364. Derek Price lo data en ca. 1300.

la India, desde finales del siglo XIII al siglo XVIII.²⁶⁶ Podría atribuirse a un seguidor de ibn Bāšo en una fecha posterior pero cercana a su muerte (i.e. ca. 715H / ca. 1315-1316)

El astrolabio está realizado en latón y la presencia de pequeños orificios en los punteros de la *araña* invita a considerar que pudieron incorporar incrustaciones de plata. Sus formas



sugieren cabezas de ave con largos picos levemente curvos y cuellos estilizados que se fijan a los anillos estructurales de la *araña*. La banda equinoccial sólo se despliega en el interior del círculo de la eclíptica y este es el único astrolabio andalusí que presenta esta característica. Esa banda reducida se interrumpe en dos puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y en esto si se ajusta a la tradición andalusí. El *trono* incorpora dobles palmetas de lóbulos finos y lisos sobre un fondo punteado.

Sus *láminas* sirven un total de trece latitudes (entre 21° y 66° norte) de las que seis corresponden a ciudades andalusíes, aunque sus nombres no están rotulados. El resto da servicio a latitudes de otros lugares del Islam y en ningún caso se rotula un nombre de ciudad, sólo los valores numéricos de las latitudes.²⁶⁷ Todas tienen las curvas que marcan las cuatro horas de oración habituales, identificadas con líneas dentadas pero sin sus nombres rotulados.

Dos de sus *láminas* son astrológicas por una de sus caras y una de ellas lleva una inscripción referida a la doctrina de Hermes que aparece también en uno de los astrolabios de ibn Bāšo conservados en el museo de Doha (ficha A28). Esta circunstancia sería un elemento a favor de la autoría de ibn Bāšo o un discípulo, aunque no es definitiva.

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo suelto. Las inscripciones en grafía occidental se limitan a los nombres abreviados de los meses del año en el *dorso* y algunos números en la *lámina* de latitud 42°. El hecho de que las abreviaturas correspondan a los nombres de los meses en lengua provenzal y que la latitud de 42° corresponda, entre otras ciudades, a Roma, invita a considerar que este astrolabio fuera reutilizado en Italia y allí se hicieran esas inscripciones en fecha posterior al s. XV.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* es completamente

²⁶⁶ Maria Firneis sugirió en 1985 la posible autoría de ibn Bāšo por sugerencia verbal de Julio Samsó (ref. FIRNEIS (1987), p. 230).










²⁶⁷ En el Anexo 2 se incluyen tablas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las *láminas* de los astrolabios.

simétrica respecto a su eje vertical lo cual resulta sorprendente pues, si bien todos los astrolabios andalusíes buscan la simetría en su diseño, nunca se consigue de forma completa al ubicarse los punteros en las posiciones correspondientes a las coordenadas estelares. Esos punteros presentan diversas formas y tamaños pero mayoritariamente sugieren la forma de la cabeza de un ave de pico y cuello largo. Los hay también de punta corta y recta sobre base rectangular y otros sobre una base mixtilínea de interior perforado. Uno de los punteros cuelga del círculo presente en la parte inferior que está levemente abierto por arriba para darle entrada.

La banda equinoccial sólo se despliega en el interior del círculo de la eclíptica y este es el único astrolabio andalusí que presenta esta característica. Esa banda reducida se interrumpe en dos puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y en esto si se ajusta a la tradición andalusí.

El *trono* es de perfil triangular acampanado y se estructura con una disposición simétrica de dobles palmetas entrelazadas sobre fondo punteado. Anclado al *trono* se encuentra un *asa* algo decorativa en forma de Ω y con cuatro pequeñas perforaciones circulares.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Puntero en forma de cabeza de ave con pico y cuello largo y levemente curvo.	Puntero en forma de cabeza de ave con pico y cuello largo sobre base lobulada	Puntero en forma de cabeza y pico de ave
			
Adornos en la araña			
	Estructura decorativa inferior algo laberíntica. Formas serpenteantes resultado de la cercanía de varios punteros. Círculo central inferior que acoge un puntero colgado de su parte superior	Elemento decorativo circular central levemente abierto para alojar una forma geométrica mixtilínea de la que cuelga un puntero de punta recta.	
Trono		Sistema de sustentación	
	Perfil triangular acampanado con distribución simétrica de dobles palmetas entrelazadas sobre fondo punteado.		Asa en forma de Ω con cuatro perforaciones en los extremos

3.- Descripción de las partes del astrolabio

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 158 mm de diámetro que forma una sola pieza con una *corona* de 9,8 mm de espesor y 9,5 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 550 gramos. El hecho de que la *corona* forme una sola pieza con la *madre* es inusual y sólo se ha observado en este astrolabio.

El fondo de la *madre*, de 138 mm de diámetro está prácticamente en blanco. Sólo tiene grabados el círculo de Cáncer, el del ecuador y el de Capricornio.

- *Dorso*: tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores están en blanco aunque quedan restos apenas visibles de la escala de las cotangentes presente en otros astrolabios andalusíes.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-ḡawzā* = el gigante).

Con posterioridad se grabaron los símbolos de seis de los doce signos del zodiaco en el anillo zodiacal: ♈ (en Aries), ♊ (en Géminis), ♌ (en Leo), ♎ (en Libra), ♐ (en Sagitario), ♒ (en Acuario). No está documentado el uso de estos símbolos en periodo medieval por lo que su grabación debió ser posterior al siglo XV.

El anillo de los meses lleva inscripciones en grafía latina que corresponden a abreviaturas de algunos de los nombres de los meses: MAR [en marzo], IVNI [en junio], AGV [en agosto], OTTO [en octubre] y DEC [en diciembre]. Al menos una de estas abreviaturas, OTTO, no corresponden al nombre en latín sino en lengua vernácula, en este caso en provenzal.²⁶⁸ La grafía parece posterior al siglo XV y debió realizarse al mismo tiempo que la grabación de los símbolos modernos de los signos del zodiaco, bien en el sur de Francia o en el norte de Italia.

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 13 de marzo. El sexto y último anillo del *dorso* presenta los 28 años del ciclo solar.

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las dos líneas verticales llevan la misma inscripción الظل المنكوس (*al-ẓil al-mankūs* = la sombra versa) y la única inscripción horizontal الظل المبسوط (*al-ẓil al-mabsūt* = la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de tres en tres (3, 6, 9, 12) en notación *abʿyad*.

- *Araña*: La *araña* del astrolabio tiene un diámetro de 138 mm, un grosor de 1,8 mm y pesa 81 gramos. Presenta una estructura, en cuanto a la ubicación de los punteros estelares, de clara simetría respecto al diámetro vertical. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del

²⁶⁸ FIRNEIS (1987), p. 227.

zodiaco con sus nombres rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso*. También aquí se han retallado los símbolos modernos de la mitad de los signos del zodiaco, en secuencia alterna. La banda equinoccial se despliega sólo en el interior del anillo de la eclíptica, algo que sólo presenta este astrolabio. En ese despliegue lineal interior se interrumpe en dos puntos de discontinuidad y aquí sí sigue la tradición andalusí.

Presenta un total de 28 punteros estelares de los cuales 15 están fuera del círculo de la eclíptica y 13 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):²⁶⁹

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁷⁰	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	الجنما <i>al-ḡidmā</i> (parte de la mano)	Menkar	α Cet
3	رأس الغول <i>ra's al-ḡūl</i> (la cabeza del ogro)	Algol	β Per
4	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	رجل الجوزا <i>riḡl al-ḡawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
6	العيوق <i>al-'ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
7	منكب <i>mankib</i> (hombro)	Betelgeuse	α Ori
8	عبور <i>'abūr</i> (tránsito)	Sirio	α CMa
9	غميصا <i>gumayṣā</i> (de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	وسط السرطان <i>wasat al-saraṭān</i> (el centro del cangrejo)	¿?	¿Cnc
11	رأس شجاع <i>ra's šuḡā'</i> (cabeza de hidra)	Zeta Hidrae	ζ Hya
12	زبانة <i>zubāna</i> (pinza)	Acubens	α Cnc
13	شجاع <i>šuḡā'</i> (hidra)	Minchar	σ Hya
14	الدب <i>al-dub</i> (el oso)	Talitha Borealis	ι UMa
15	الغراب <i>al-gurāb</i> (el cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
16	العزل <i>al-a'zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
17	الرامي <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
18	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
19	عطفا الحية <i>'aṭfat al-ḥaya</i> (el favor de la serpiente)	Unukalhai	α Ser
20	قلب العقرب <i>qalb al-'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco

²⁶⁹ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁷⁰ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁷⁰	Nombre actual de la estrella	Identificación
21	حواء <i>ḥawā</i> (encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
22	الواقع <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
23	طائر <i>tā'ir</i> (que vuela)	Altair	α Aql
24	ذنب الجدي <i>ḍanab al- yadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
25	جحفة <i>yahfala</i> (el belfo)	Enif	ϵ Peg
26	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
27	مكتب الفرس <i>mankib al-faras</i> (el hombro del caballo)	Scheat	β Peg
28	ذنب قيطوس <i>ḍanab qaytūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

Los punteros 5 y 9 originales se debieron romper y fueron restituidos posteriormente como señalan las marcas de soldadura visibles en el reverso de la *araña* que no conserva ninguna otra marca.

- *Láminas*: tiene ocho *láminas* de las que siete están grabadas por ambas caras y una sólo lo está por una cara de modo que sirven un total de doce latitudes (entre 21° y 42° norte). Todas ellas presentan en su parte superior un número, del 1 al 8, troquelado a máquina que debió grabarse al ingresar el astrolabio en el museo. Una de ellas tiene grabada en una cara la *lámina general para todas las latitudes* de ibn Bāso y otras dos tienen grabadas en una de sus caras las casas astrológicas. El resto son *láminas* de latitud con una proyección estereográfica que tiene grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado مغرب (*magrib*: occidente) y مشرق (*mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abṡad*) y también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado الزوال (*al- zawāl* = la meridiana). Además cuentan todas con las curvas que marcan las horas de oración, con líneas dentadas pero no llevan los nombres rotulados:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino, tras la puesta del sol	---	Línea crepusculina sobre el horizonte Almicantar nº 3 (lado izquierdo) correspondiente a 18°.
الفجر <i>al-faṡr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	---	Línea crepusculina sobre el horizonte Almicantar nº 3 (lado derecho) correspondiente a 18°
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	---	Hora 8ª
العصر <i>al- 'aṡr</i> : Por la tarde	---	Hora 10ª

La línea crepusculina debería estar situada bajo el horizonte (a -18°) pero aparece muy frecuentemente sobre el horizonte (a $+18^\circ$), como en este caso, porque así se recoge en el Tratado del Uso del Astrolabio del cordobés Ibn al-Samḥ (m. 1035).²⁷¹

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	لعرض مكة و لكل بلد عرضه كا <i>li-‘arḍ Maka wa li-kul balad ‘arḍuhu 21</i> Para la latitud de Meca y para cualquier lugar de latitud 21°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 138 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 85 gr Número troquelado en la parte superior: 6
	1b	لعرض حلب ول كل بلد عرضه لج <i>li-‘arḍ Ḥalab wa li-kul balad ‘arḍuhu 38</i> Para la latitud de Halab (Aleppo) y para cualquier lugar de latitud 38°	
2	2a	لعرض مراکش و لكل بلد عرضه ل <i>li-‘arḍ Marākiš wa li-kul balad ‘arḍuhu 30</i> Para la latitud de Marrakech y para cualquier lugar de latitud 30°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 138 mm Espesor = 0,9 mm Peso = 67 gr Número troquelado en la parte superior: 8
	2b	لعرض فاس ول كل بلد عرضه لج <i>li-‘arḍ Fās wa li-kul balad ‘arḍuhu 33</i> Para la latitud de Fez y para cualquier lugar de latitud 33°	
3	3a	لعرض الكوفة و لكل بلد عرضه لال <i>li-‘arḍ al-Kūfa wa li-kul balad ‘arḍuhu 31-30</i> Para la latitud de Algeciras y para cualquier lugar de latitud $31^\circ 30'$	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 138 mm Espesor = 0,7 mm Peso = 73 gr Número troquelado en la parte superior: 7
	3b	لعرض سبتة له ل <i>li-‘arḍ Sebta 35-30</i> Para la latitud de Ceuta $35^\circ 30'$	
4	4a	لعرض المرية و لكل بلد عرضه لو <i>li-‘arḍ al-Marīa wa li-kul balad ‘arḍuhu 36</i> Para la latitud de Almería y para cualquier lugar de latitud 36°	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 138 mm Espesor = 1 mm Peso = 75 gr Número troquelado en la parte superior: 5
	4b	لعرض مالقة و لكل بلد عرضه لز <i>li-‘arḍ Mālaqa wa li-kul balad ‘arḍuhu 37</i> Para la latitud de Málaga y para cualquier lugar de latitud 37°	
5	5a	لعرض غرناطة و لكل بلد عرضه لز ل <i>li-‘arḍ Garnāta wa li-kul balad ‘arḍuhu 37-30</i> Para la latitud de Granada y para cualquier lugar de latitud $37^\circ 30'$	De latitud con proyección estereográfica por la cara “a”. Universal tipo ibn Bāṣo por la cara “b” Diámetro= 138 mm Espesor = 1,3 mm Peso = 126 gr Número troquelado en la parte superior: 4
	5b	لجميع العروض <i>li-ḡamī’ al-‘urūḍ</i> Para todas las latitudes	
	6a	لعرض الجزيرة و لكل بلد عرضه لطل <i>li-‘arḍ al-Ġasīra wa li-kul balad ‘arḍuhu 39-30</i>	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras

²⁷¹ VILADRIC (1986), p. 57.

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
6		Para la latitud de Algeciras y cualquier lugar de latitud 39°30'	Diámetro= 138 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 64 gr Número troquelado en la parte superior: 1
	6b	<p>لعرض ما رذن و لكل بلد عرضه مب</p> <p><i>li- 'arḍ Mārdin wa li-kul balad 'arḍuhu 42</i></p> <p>Para la latitud de Mardin (Turquía) y cualquier lugar de latitud 42°</p> <p>INSCRIPCIONES ADICIONALES EN GRAFÍA LATINA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 HOA: ubicada en el lugar de la <i>hora desigual</i> 1ª • A2, A3,A12: ubicada en cada una de las <i>horas desiguales</i> (de la 2ª a la 12ª) • Valores numéricos de los grados correspondientes a las curvas almicantares y de azimut. 	
7	7a	<p>لعرض لزل</p> <p><i>li- 'arḍ 37-30</i></p> <p>Para la latitud 37°30'</p> <p>Nota: No hay inscripciones en las 36 casas celestes</p>	Astrológica por la cara "a" De latitud con proyección estereográfica por la cara "b" Diámetro= 138 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 64 gr Número troquelado en la parte superior: 2
	7b	<p>لطول الكواكب و عرضه</p> <p><i>li-atwal al-kawākab wa 'arḍuhu</i></p> <p>Para la longitud de los astros y su latitud</p> <p>Nota: la proyección estereográfica corresponde a la latitud de 66° (para usos matemáticos y astronómicos)</p>	
8	8a	<p>على مذهب هرمس لعرض لزل</p> <p><i>'alà maḍhab Hirmis</i></p> <p>En la doctrina de Hermes</p> <p>Nota: Las 12 casas celestes están rotuladas con sus números ordinales (primera, segunda, tercera,...duodécima)</p>	Astrológica por la cara "a" Diámetro= 138 mm Espesor = 0,8 mm Peso = 74 gr Número troquelado en la parte superior: 3
	8b	En blanco	

En la parte inferior de las caras de cada *lámina*, aparece rayado en grafía latina de trazo descuidado y apenas perceptible, el nombre de la ciudad que aparece en la inscripción central. Fue sin duda una adición realizada por alguien que no leía el árabe pero quería identificar las *láminas*.

A resaltar también la diferencia apreciable de peso entre la *lámina* 5 que lleva la proyección universal por su cara "b" y el resto de las *láminas*. Con una diferencia de en torno al 50%, que se justifica por su mayor grosor, pudo muy bien ser una adición posterior a la construcción del resto de elementos del astrolabio.

La *lámina* 6 presenta, con diferencia, la mayor discrepancia entre la ciudad que aparece en la inscripción y la latitud que se le asigna. Así la latitud de Algeciras que suele aparecer en *láminas* de astrolabio es 36° y no 39°30' y la ciudad de Mardin en Turquía tiene una latitud de 37° y no de 42°. A esto hay que añadir que el nombre rayado en la parte inferior de esta cara de 42° de latitud es "Mérida" que no corresponde ni al nombre de la ciudad ni a la latitud de la inscripción en árabe. Sorprende también que sea esta la única *lámina* con inscripciones en grafía latina. Quizá la razón es que los 42° de latitud corresponden a Roma y, si es así, reforzaría la idea de un retallado en territorio italiano.

Merece destacarse la inclusión en la inscripción de la *lámina* astrológica 8a del nombre de Hermes [Trismegisto] del mismo modo que lo está en la *lámina* 8a del astrolabio de ibn Bāṣo fechado en 1304-1305 (ver ficha A28).²⁷² La otra *lámina* para uso astrológico, la 7a, presenta la estructura habitual de las doce casas celestes subdivididas en tres partes.

- *Trono*: tiene perfil triangular acampanado con decoración de dobles palmetas entrelazadas y afrontadas de forma simétrica respecto al eje vertical y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 23 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 50°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* en forma de omega y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 158 mm de longitud, 9 mm de anchura y no se puede separar del *clavo*, con un peso total de ambos elementos de 53 gramos. Tiene un quiebro central que la divide en dos segmentos y conserva una sola pínula de 18 mm x 17 mm situada a 10 mm del extremo de la *alidada*. Tiene dos orificios circulares para realizar la alineación visual. Es una adición moderna.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* está unido a la *alidada* y el *caballete* es también una adición moderna.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio llegó al Technisches Museum de Viena en abril de 1937 procedente del Kollegium Kalksburg de Viena fundado por los jesuitas en 1856. Maria Firneis considera que el astrolabio se encontraba en Viena desde la batalla de 1683 contra los turcos otomanos que tuvo lugar tras el largo asedio a la ciudad aunque no desvela la fuente de esa información.²⁷³

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

CALVO (1993), p. 32; CASULLERAS (2008-2009), p. 261; FIRNEIS (1987), pp. 227-232; KING (2005f), p. 1010 (apartado 6.6.d); MAIER (1996), pp. 262-263; PRICE (1955), p. 364 y 376.

²⁷² CASULLERAS (2008-2009), p. 261; Sobre el modo de construir las casas según la doctrina de Hermes ver PUIG (1987b), p. 84; Sobre el papel que jugó Hermes en la literatura científica islámica, ver: VAN BLADEL (2009).

²⁷³ FIRNEIS (1987), p. 227.

A31: Astrolabio ibn al-Raqqām de la Real Academia de la Historia

ICN / International Instrument Checklist Number = #136

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Ibrāhīm ibn Muḥammad ibn al-Raqqām Lugar: <i>Wādī Iṣ</i> (Guadix) Fecha: 720H/1320-1321</p> <p>Material: Latón Diámetro: 12,4 cm Altura: 13,6 cm Espesor: 0,34 cm Peso = 243 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Graña: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación <i>abjad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>araña</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>araña</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el <i>dorso</i>): <i>En el nombre de Dios, este es el primer astrolabio realizado por Ibrāhīm ibn Muḥammad ibn al-Raqqām en Guadix, protéjala Dios, año 720 de la Hégira</i></p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i>, <i>sistema de suspensión</i> y <i>regleta frontal</i>.</p>		
<p>Conservado en: Real Academia de la Historia (Madrid). Colección Pascual Gayangos (nº inv. 1017)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros firmado y datado pero sin ninguna *lámina*, salvo la grabada en el fondo de la *madre* que sirve la latitud de Guadix. Es el único astrolabio que nos ha llegado de Ibrāhīm ibn Muḥammad ibn al-Raqqām²⁷⁴. Samsó plantea la posibilidad de que fuera hijo del gran intelectual Muḥammad ibn al-Raqqām al-Andalusī (m. 715H/1315), matemático, astrónomo, médico y alfaquí de origen murciano, autor de un famoso tratado sobre relojes de sol, que abandonó Murcia cuando la conquistó Alfonso X en 1266 para instalarse en Bugía (Túnez) y regresó a Granada en fecha posterior a 1280 invitado por el soberano nazarí Muhammad II (1273-1302) donde vivió hasta su muerte enseñando matemáticas, medicina y derecho²⁷⁵.

El astrolabio está realizado en latón y en la actualidad es imposible desmontarlo por estar

²⁷⁴ SAAVEDRA (1875), p. 406. La traducción de la inscripción de autoría realizada por Saavedra añade tras el nombre del autor el término “el escribiente” entre paréntesis que realmente no está en la inscripción de autoría.

²⁷⁵ SAMSÓ (2011), pp. 414-417; EIROA (2006), p. 71; Su biografía en CASULLERAS (2007).

remachado el caballete que no es el original. La inscripción de autoría presenta un formato poco habitual, con una parte grabada en una banda semicircular bajo el calendario zodiacal y otra parte en una línea horizontal, como es costumbre, situada en el espacio central del *dorso*. La *araña* presenta punteros geométricos de base trilobulada con orificios y elementos decorativos de forma geométrica. Al haber perdido todas sus *láminas* sólo sirve la latitud de 37°20' correspondiente a Guadix, cuya proyección estereográfica está grabada en el fondo de la *madre*.

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo elegante y firme.


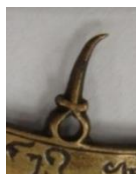



2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y escasa en el *trono*. En lo que respecta a la *araña*, presenta punteros de base lobulada con 1 o 3 perforaciones y remate en punta recta o levemente curvada. Como es habitual, los cuatro punteros que se apoyan en la eclíptica lo hacen a través de una base trapezoidal donde está grabado el nombre de la estrella.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y de la banda solsticial sólo se incluye un pequeño fragmento entre el anillo central y el de la eclíptica por su parte inferior. Debajo de ella se encuentra la estructura decorativa formada por la banda ecuatorial con remate izquierdo recto sin puntero estelar y derecho con puntero, además de tener un elemento decorativo central en forma circular que cobija un puntero. Esta solución decorativo-estructural aparece frecuentemente en los astrolabios andalusíes sobre todo en el periodo almohade y el nazarí.

El *trono* es de perfil triangular-acampanado con borde festoneado y no presenta decoración.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña		
	Base trilobulada apoyada en trapecio. Punta recta	Base circular con orificio central. Punta levemente curvada
Adornos en la araña		
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial: banda con remate izquierdo recto sin puntero estelar y derecho con puntero. Elemento decorativo central en forma circular que cobija un puntero.	Círculo con puntero alojado en su interior
Trono		
Forma triangular-acampanada y borde festoneado		

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 124 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 3,4 mm de espesor y 6,6 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El borde de la *corona* presenta unas marcas situadas cada 15° para fijar las horas iguales o equinocciales. El fondo de la *madre* de 220 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 37°20' que se corresponde con la ciudad de Guadix, con la inscripción:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción
<p>للعرض لرك <i>al- 'arḍ 37-20</i> (La latitud 37°20')</p>

Tiene grabadas 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 72 curvas azimutales separadas de 5 en 5 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte tiene grabado مغرب (*magrib*: occidente) y مشرق (*mašriq*: oriente), respectivamente.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abýad*) y también alfabético (hora primera, hora segunda,..., hora duodécima). La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al- zawāl* = línea meridiana). Además cuenta con las curvas que marcan las horas de oración todas grabadas con líneas pespunteadas en forma de espina de pez y con sus nombres rotulados así:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	خط الشفق Línea de <i>al-šafaq</i>	Hora 2ª. Línea crepusculina
الفجر <i>al-faýr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	خط الفجر Línea de <i>al-faýr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al- 'aṣr</i> : Por la tarde	عصر <i>'aṣr</i>	Hora 10ª


- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores presentan una escala con los valores de las cotangentes de los ángulos mayores de 45°, en concreto de hasta 73 grados.²⁷⁶ En los extremos derecho e izquierdo de estos cuadrantes inferiores se lee صلاة الميسوط *ṣilat al-mabsūt* (curva de la horizontal)

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا *al-ýaūzā* (el gigante).

²⁷⁶ VERNET (2001b), p. 250. El desplazamiento de las escalas del cuadrado de sombras al anillo exterior del *dorso* fue una idea de Azaquiel para ganar espacio en su azafea *zarqāliyya*. Esta idea pudo llegar a ibn al-Raqqām aunque en su caso no se trata de sustituir el *cuadrado de sombras* sino de ampliar su funcionalidad.

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al punto medio entre el 12 y el 13 e marzo.

La inscripción de autoría se ubica a continuación en dos registros: uno semicircular a continuación de los anillos calendáricos y otro horizontal en la zona central del *dorso*:

Inscripción en árabe	Traducción al castellano	Imagen de la inscripción
بسم الله هذا اول اسطرلاب صنعه ابراهيم بن محمد بن الرقام بوادي اش امنها الله. عام ذك الهجرة	<i>En el nombre de Dios, este es el primer astrolabio realizado por Ibrāhīm ibn Muḥammad ibn al-Raqqām en Guadix, protéjala Dios, año 720 de la Hégira</i>	

A destacar el uso de la palabra عام (‘aām) para “año” en lugar de سنة (sana) que es el término de uso más frecuente en las inscripciones de autoría.

En el cuadrante inferior derecho está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las dos líneas verticales llevan la misma inscripción الظل القائم (al-ẓil al-qāīm = la sombra vertical) y la única inscripción horizontal الظل المبسوط (al-ẓil al-mabsūt = la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales llamadas “dedos” rotuladas de dos en dos (2, 4, 6,...12) en notación *abḡad*.

- *Araña*: tiene su anillo de la eclíptica con los doce signos del zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° con el valor numérico rotulado y cada uno subdividido por la mitad. Los nombres de los signos del zodiaco están rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso*. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal. No se conservan los *mudīr*, que debía tener para hacerla girar incrustados en los cuatro orificios que tiene la *araña*.

Presenta un total de 28 punteros estelares de los cuales 14 están fuera del círculo de la eclíptica y 14 dentro. Un puntero no se conserva, pero queda su inscripción. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):²⁷⁷

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁷⁸	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	يطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	الخضيب <i>al-jaḍīb</i> (la teñida)	Caph	β Cas
3	راس الغول <i>rās al-gūl</i> (la cabeza del ogro)	Algol	β Per
4	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
5	قدم الجوزا <i>qadam al-ḡawzā</i> (el pie del gigante)	Rigel	β Ori
6	العيوق	Capella	α Aur

²⁷⁷ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁷⁸ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁷⁸	Nombre actual de la estrella	Identificación
	<i>al-‘ayyūq</i> (la cabrilla)		
7	منكب الجوزا <i>mankib al-ŷawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
8	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	الركبة <i>al-rakba</i> (la rodilla)	Tania Australis	μ UMa
11	الزبانة <i>al-zubāna</i> (la pinza)	Acubens	α Cnc
12	رجل الدب <i>riḡl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa
13	قلب الأسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
14	القائد <i>al-qā'id</i> (la líder)	Alkaid	η UMa
15	فم الكاس <i>fam al-kās</i> (la boca de la copa)	Alkes	α Crt
16	الرامي <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
17	الاعزل <i>al-a'zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
18	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
19	الحية <i>al-ḥaya</i> (la serpiente)	Unukalhai	α Ser
20	الواقع <i>al-wāqi'</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
21	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
22	الحواء <i>al-ḥawā</i> (el encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
23	الطائر <i>al-tā'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
24	ذنب الجدي <i>ḡanab al- ŷadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
25	الكعب <i>al-ka'ib</i> (el talón)	Ji Pegasi	χ Peg
26	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
27	المنكب <i>al-mankib</i> (el hombro)	Scheat	β Peg
28	ذنب قيطوس <i>ḡanab qayṭūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

La imposibilidad de desmontar el astrolabio por tener remachado el caballete unido a la presencia de una regleta frontal que cubre completamente el círculo central de la *araña*, impide leer las inscripciones de los punteros números 6, 10, 18, 20 y 26. Los nombres que se indican en la tabla son los correspondientes a la posición que ocupan. No se puede acceder al reverso de la *araña*.

- *Láminas*: no tiene ninguna salvo la grabada en el fondo de la *madre*, ya analizada.

- *Trono*: tiene perfil triangular-acampanado con borde festoneado y sin ninguna decoración y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 12 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 50°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* fijada al *trono* y una *anilla* circular de que aloja una rueda acanalada preparada para recibir una cuerda para colgar el instrumento.
- *Alidada*: tiene 124 mm de longitud, 5 mm de anchura y un quiebro central que la divide en dos segmentos. Sus dos pínulas de dimensiones de 11 x 11,6 mm, están a 95 mm de distancia una de la otra y cada una presenta dos orificios circulares para realizar la alineación visual.
- *Regleta frontal*: parece una adición posterior porque el círculo de su extremo cubre completamente las inscripciones de los cinco punteros anclados al círculo polar.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* puede ser el original pero el *caballete* es una adición contemporánea y al remachar su extremo impide el desmontaje del astrolabio.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Se encontró en un derribo del Albaicín y fue adquirido por D. Pascual Gayangos. Tras su muerte, fue donado por sus herederos a la Real Academia de la Historia el 28 de enero de 1898.²⁷⁹

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

ALMAGRO y ÁLVAREZ (1998), pp. 85 y 86; EIROA (2006), pp. 70-71; GARCIA FRANCO, (1955), pp. 309-311; GUNTHER (1932), p. 280; KENNEDY (1997), pp. 35-73; KING (2005f), p. 1011 (apartado 6.8); LÓPEZ GUZMÁN (2013), p. 154; MARTÍNEZ NÚÑEZ (2007), pp. 139-140; MAYER (1956), p. 50; MICHEL (1947), p. 183; PRICE, (1955), p. 364 y 373; RUIZ MORALES (2010), p. 149; SAAVEDRA (1875), pp. 406-407; VERNET (2001b), pp. 249-250; VERNET y SAMSÓ (1992), p. 226.

²⁷⁹ ALMAGRO y ÁLVAREZ (1998), pp. 85 y 86.

A32: Astrolabio de al-Šaraḥī en el Museo Marítimo de Estocolmo

ICN / International Instrument Checklist Number = #1161

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Aḥmad ibn ‘Alī al-Šaraḥī</p> <p>Lugar: Alcalá la Real</p> <p>Fecha: 729H/1328-1329</p> <hr/> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 12,8 cm</p> <p>Altura: 13,5 cm</p> <p>Espesor: 1,4 cm</p> <p>Peso: 1120 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: Cúfica con puntos diacríticos</p> <p>Inscripciones numéricas en notación árabe <i>abʿyad</i>: en madre, dorso, láminas y araña</p> <p>Inscripciones alfabéticas en árabe: en madre, dorso, láminas y araña</p> <p>Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en el dorso):</p> <p><i>Obra de Aḥmad ibn ‘Alī al-Šaraḥī en Alcalá año 729 de la Hégira</i></p>		
<p>Elementos: Madre, araña, 9 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión</p>		
<p>Conservado en: Statens Sjöhistoriska Museum, Estocolmo (Suecia) (nº. inv. S-1565)</p>		

1.- Aspectos generales

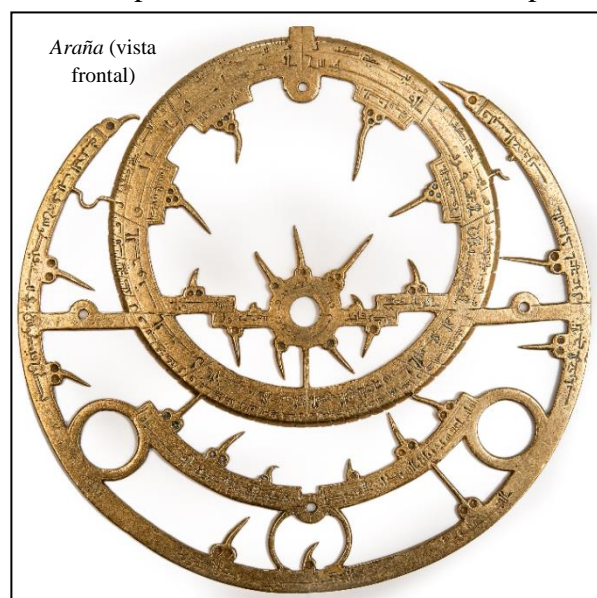
Este astrolabio planisférico ha llegado a nosotros completo, firmado y datado y es el único conservado de Aḥmad ibn ‘Alī al-Šaraḥī. En la inscripción de autoría se indica que lo realizó en Alcalá y, dada la fecha de construcción, 1328-1329 podría tratarse de Alcalá la Real que fue conquistada por Alfonso XI en agosto de 1341 y no Alcalá de Guadaira, como se propone en la escasa historiografía, porque esa ciudad no era andalusí desde 1246. Si bien no se ha podido confirmar en ninguna fuente la identidad de Aḥmad ibn ‘Alī al-Šaraḥī y su potencial vinculación a Alcalá la Real, parece la hipótesis más plausible.²⁸⁰ Esta ciudad fronteriza del reino nazarí de Granada se nombra en las fuentes andalusíes como *Qal’at Aṣṭalir* o *Qal’at Yaḥṣub* desde el siglo VIII hasta el XII, *Qal’at Banī Sa’īd* o *Qal’a Sa’īdiyya* a partir del siglo XII y simplemente *al-Qal’a* en las fuentes más tardías y ese es el nombre que aparece en la inscripción de autoría.²⁸¹ Pedro Cano Ávila afirma que la tercera década del siglo XIV (entre 1319 y 1330) fue de calma

²⁸⁰ Mi agradecimiento a las Dras. Susana Calvo y Noelia Silva y al Dr. Jorge Lirola por su inestimable ayuda para tratar de encontrar fuentes que apoyasen o descartasen la hipótesis propuesta.

²⁸¹ VIDAL (2004), pp. 789-790; La ciudad también se identifica como al-Qal’a en IBN JALDUN (1977), p. 457.

y prosperidad en Alcalá la Real y debió desarrollarse la economía del lugar si se compara con otros periodos de ese mismo siglo.²⁸² Esa bonanza pudo propiciar el patrocinio o incluso la manufactura de un astrolabio. En cuanto a la posible identidad del firmante del astrolabio, su *nisba*, al-Šaraḥī, invita a vincular a su familia con el Aljarafe sevillano.²⁸³

El astrolabio está realizado en latón y pudo tener incrustaciones de plata en los numerosos orificios presentes en la base de sus punteros. La inscripción de autoría se despliega en



semicírculo en el espacio central del *dorso* bajo el cual se sitúa un doble *cuadrado de sombras*. La *araña* presenta punteros geométricos y formas decorativas circulares. Del total de nueve *láminas*, una incorpora una *lámina general* para todas las latitudes de tipo Ibn Bāšo y otra una *lámina de horizontes* del tipo atribuido a Ḥabash al Ḥāsib, dos están en blanco y una cuarta sólo grabada por una cara con una grafía distinta a las otras seis. Fue un retallado posterior, probablemente no medieval. Sus *láminas* sirven un total de diez latitudes (entre 30° y 66°) de las que cinco corresponden a ciudades que fueron andalusíes y que llevan sus nombres rotulados en ellas.²⁸⁴

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio (salvo la *lámina* citada) y de trazo elegante y firme.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y muy escasa en el *trono*.

En lo que respecta a la *araña*, todos sus punteros tienen forma geométrica con base lobulada con pequeñas perforaciones semiesféricas que quizá alojasen incrustaciones de plata como se han conservado en otros astrolabios. Todos los elementos decorativos son de forma circular.

La banda equinoccial de la *araña* se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su

²⁸² CANO (1990), p. 66.



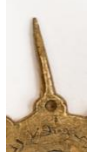



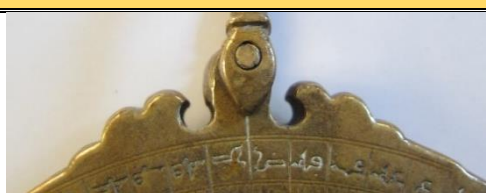
²⁸³ MOLÉNAT (2012), p. 83: La *nisba* geográfica al-Šaraḥī proviene de la región sevillana del Aljarafe (al-Šaraḥ) que fue conquistada por los cristianos en 1248. A partir de esa fecha se documentan mudéjares con apellidos derivados de esa *nisba* en el reino de Castilla; HERRERA CASAIS (2009), pp. 222-223. Está documentada una familia de cartógrafos instalados en Sfax (Túnez) en los siglos XVI y XVII identificados como al-Šaraḥī que pudieron tener antecedentes andalusíes pues sus mapas se hacen eco de las migraciones forzosas de los moriscos andalusíes al norte de África; AHMAD (1992), pp. 170-171: Los mapas que los miembros de la familia al-Šaraḥī al-Šifāqṣī realizaron entre 1551 y 1601 cubren el Mediterráneo y el Mar Negro y están basados en los mapas de al-Idrīsī (1100-1165) y en los mallorquines; SOUCEK (1992), pp. 284-287. Están identificadas nueve generaciones de la familia al-Šaraḥī al-Šifāqṣī activas en Túnez y/o el Cairo, entre los siglos XVI y XVIII, y relacionadas con la cartografía, las matemáticas y la astronomía.

²⁸⁴ En el Anexo 2 se incluyen tablas y gráficas sobre la presencia de ciudades y latitudes andalusíes en las láminas de los astrolabios.

despliegue lineal, dotándola de más dinamismo visual. Un pequeño fragmento de la banda solsticial une la eclíptica con el anillo central de la *araña*. La banda ecuatorial remata con círculos por ambos lados e incorpora un círculo central que cobija un puntero.

El *trono* es de perfil triangular acampanado con borde festoneado y dos orificios abiertos hacia arriba, sin ninguna decoración.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Base lobulada con tres pequeñas cavidades cilíndricas que podrían haber alojado incrustaciones de plata. Punta recta	Base elíptica con dos pequeñas cavidades cilíndricas que podrían haber alojado incrustaciones de playa. Punta recta.	Base semicircular con una pequeña cavidad cilíndrica que podría haber alojado una incrustación de plata. Punta recta
Adornos en la araña			
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial: banda con remates de círculos a ambos lados, el izquierdo sin puntero estelar y el derecho con uno. Elemento decorativo central en forma circular que cobija un puntero simple.	Forma circular que cobija un puntero	Forma circular
Trono			
Forma triangular-acampanada, borde festoneado y dos orificios abiertos por la parte superior			

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 128 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 14,3 mm de espesor y 10 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). Cada 15° se ha grabado una línea punteada que marca las 24 horas iguales o equinocciales. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 475 gramos. El fondo de la *madre* de 180 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 66°:

Inscripción en árabe, transliteración y traducción
<p>صفحة ان العمران عرض صوساعاته كد</p> <p><i>ṣaḥīḥa an al-‘amarān ‘arḍ 66 sā’iātuhu 24</i></p> <p>Lámina para lo inhabitado. Latitud 66°, sus horas 24</p>

Tiene grabadas 15 curvas almicerantes separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado de 1 a 12 en notación *abyād*.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los cuatro cuadrantes. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición excéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es التومان *al-tawmān* (los gemelos).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 13 de marzo.

A continuación, desplegada en forma semicircular, se encuentra la inscripción de autoría:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>عمل احمد بن علي الشرفي بالقلعة سنة ذكط الهجرة</p> <p><i>Obra de Aḥmad ibn ‘Alī al-Šarafi en Alcalá</i></p> <p><i>año 729 de la Hégira</i></p>	

En el cuadrante inferior derecho está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las dos líneas verticales llevan la misma inscripción الظل المنكوس (*al-ẓil al-mankūs* = la sombra versa) y la única inscripción horizontal الظل المبسوط (*al-ẓil al-mabsūt* = la sombra horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos” rotuladas de dos en dos (2, 4, 6,...12) en notación *abyād*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 103 mm, un grosor de 1,8 mm y pesa 44 gramos. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco, cada uno de ellos dividido en cinco partes de 6° con el valor numérico rotulado. Tres de los signos (Capricornio, Acuario y Piscis) tienen grabadas subdivisiones de grado en grado de fecha posterior y con poca precisión. Los nombres de los signos están rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están en el *dorso*. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 29 punteros estelares de los cuales 14 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):²⁸⁵

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁸⁶	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	<p>بطن قيطوس</p> <p><i>batn qaytūs</i> (vientre de ballena)</p>	Baten Kaitos	ζ Cet

²⁸⁵ Para significado de “Ascensión recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos”.

²⁸⁶ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁸⁶	Nombre actual de la estrella	Identificación
2	خضيب <i>jaḍīb</i> (la teñida)	Caph	β Cas
3	غول <i>gūl</i> (ogro)	Algol	β Per
4	عين الثور <i>‘ayn al-taūr</i> (el ojo del toro)	Aldebarán	α Tau
5	عويق <i>‘ayyūq</i> (cabrilla)	Capella	α Aur
6	رجل الجوزا <i>riḡl al-ŷawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
7	منكب الجوزا <i>mankib al-ŷawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
8	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	رجل <i>riḡl</i> (pata)	Tania Borealis	λ UMa
11	ركبة <i>rakba</i> (rodilla)	Tania Australis	μ UMa
12	زبانة السرطان <i>zubāna al-saraṭān</i> (la pinza del cangrejo)	Acubens	α Cnc
13	الفرد <i>al-fard</i> (la solitaria)	Alfard	α Hya
14	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
15	قائد <i>qā'id</i> (líder)	Alkaid	η UMa
16	جناح الغراب <i>ŷanāḥ al-gurāb</i> (el ala del cuervo)	Gienah Corvi	γ Crv
17	الرامح <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
18	السماك الاعزل <i>al-simāk al-a'zal</i> (el excelso desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
19	فكة <i>fakka</i> (anillo roto)	Alphecca	α CrB
20	العنق <i>al-‘unq</i> (el cuello)	Unukalhai	α Ser
21	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
22	الحواء <i>al-ḥawā'</i> (el encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
23	الطائر النسر <i>al-naṣr al-tā'ir</i> (el águila que vuela)	Altair	α Aql
24	ذنب الجدي <i>ḍanab al-ŷadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
25	واقع <i>wāqi'</i> (que cae)	Vega	α Lyr
26	كعب الفرس <i>ka'ib al-faras</i> (el talón del caballo)	Ji Pegasi	χ Peg
27	ردف <i>ridf</i> (rabadilla)	Deneb	α Cyg
28	الفرس <i>al-faras</i> (el caballo)	Scheat	β Peg
29	ذنب قيطوس <i>ḍanab qayṭūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* muestra marcas de los diámetros y los círculos estructurales.

• *Láminas*: tiene nueve *láminas*, seis grabadas por ambas caras, una grabada sólo por una cara y con grafía distinta a las demás y dos completamente en blanco. Parece como si el astrolabio no se hubiera terminado y en algún momento posterior se hubiera grabado una nueva *lámina* que presenta grafía contemporánea y aún se hubieran dejado dos en blanco. Una de las láminas tiene grabada en una de sus caras la *lámina universal* de Ibn Bāso y otra una *lámina de horizontes* del tipo atribuido a Ḥabash al Ḥāsib. Las *láminas* de latitud con proyección estereográfica tienen grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte de cada cara de cada *lámina* está grabado المغرب (*al-magrib*: occidente) و المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente, excepto en la *lámina* con grafía distinta (*lámina* 7a analizada en la tabla subsiguiente) que pone الغرب (*al-garb*: oeste) و الشرق (*al-šarq*: este). En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado de 1 a 12 en notación *abʿyad*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado خط الزوال (*jaṭ al-zawāl* = línea meridiana). Además cuentan con las curvas que marcan las horas de oración, grabadas en línea continua, con sus nombres como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	الظهر <i>al-zuhr</i>	Hora 8 ^a
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	العصر <i>al-‘aṣr</i>	Hora 10 ^a
العصر <i>al-‘aṣr</i> : Por la tarde	آخر العصر Final de <i>al-‘aṣr</i>	Hora 11 ^a

La *lámina* que tiene distinta grafía (la 7a), no tiene grabadas líneas de oración ni tampoco los valores numéricos de las curvas almicantares y azimutales.

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
1	1a	مصر و كل بلد عرضه ل ساعاته يج نز <i>Miṣr wa kul balad ‘arḍuhu 30 sã’iātuhu 13-57</i> Cairo y todo país cuya latitud sea 30° y sus horas 13h 57 minutos	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 103 mm Espesor = 0,75 mm Peso = 68 gr
	1b	مراكش و كل بلد عرضه لا ساعاته يد ب <i>Marākiš wa kul balad ‘arḍuhu 31 sã’iātuhu 14-2</i> Marrakech y todo país cuya latitud sea 31° y sus horas 14h 2 minutos	
2	2a	بغداد و فاس و تونس و كل بلد عرضه ل ج ساعاته يد ب <i>Bagdād wa Fās wa Tūnis wa kul balad ‘arḍuhu 33 sã’iātuhu 14-12</i> Bagdad, Fez, Túnez y todo país cuya latitud sea 33° y sus horas 14h 12 minutos	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 103 mm Espesor = 0,75 mm Peso = 70 gr
	2b	سبتة و كل بلد عرضه له ساعاته يد كج <i>Sebta wa kul balad ‘arḍuhu 35 sã’iātuhu 14-23</i> Ceuta y todo país cuya latitud sea 35° y sus horas 14h 23 minutos	

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina Dimensiones y peso
3	3a	صفحة معدل النا رومي لكل بلد عرض له <i>ṣafḥa mu 'adal al-nā rūmī li-kul balad la 'arḍ 35</i> Lámina rumí para todo país de latitud 35	De latitud con proyección estereográfica por una cara y de horizontes por la otra Diámetro= 103 mm Espesor = 0,75 mm Peso = 65 gr
	3b	Lámina de horizontes. No tiene inscripciones alfabéticas, sólo numéricas en notación <i>abyād</i> .	
4	4a	تطيلة و نبلونة و كل بلد عرضه له ساعاته يد كج <i>Tuṭīla wa Banlūna wa kul balad 'arḍuhu 42-30 sā 'iātuhu 15-8</i> Tudela y Pamplona y todo país cuya latitud sea 42°30' y sus horas 15h 8 minutos	De latitud con proy. estereográfica por la cara "a". Universal tipo ibn Bāšo por la cara "b" Diámetro= 103 mm Espesor = 0,68 mm Peso = 42 gr
	4b	لجميع العروض <i>li-ḡamī' al-'urūd</i> Para todas las latitudes	
5	5a	اشبيلية و كل بلد عرضه ل ل ساعاته يد لا <i>Iṣbīlīa wa kul balad 'arḍuhu 36-30 sā 'iātuhu 14-31</i> Sevilla y todo país cuya latitud sea 36°30' y sus horas 14h 31 minutos	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 103 mm Espesor = 0,75 mm Peso = 81 gr
	5b	قرطبة و جيان و كل بلد عرضه ل ل ساعاته يد مج <i>Qurṭuba wa Ḡayān wa kul balad 'arḍuhu 38-30 sā 'iātuhu 14-43</i> Córdoba, Jaén y todo país cuya latitud sea 38°30' y sus horas 14h 43 minutos	
6	6a	غرناطة و مالقة و كل بلد عرضه ل ل ساعاته يد لج <i>Garnāṭa wa Mālaqa wa kul balad 'arḍuhu 37-30 sā 'iātuhu 14-38</i> Granada, Málaga y todo país cuya latitud sea 37°30' y sus horas 14h 38 minutos	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 103 mm Espesor = 0,75 mm Peso = 72 gr
	6b	طليطلة و طليطيرة و كل بلد عرضه م ساعاته يد لنب <i>Ṭulaṭīla wa Ṭilbīra wa kul balad 'arḍuhu 40 sā 'iātuhu 14-52</i> Toledo y Talavera y todo país cuya latitud sea 40° y sus horas 14h 52 minutos	
7	7a	مكة و كل بلد عرضه كا م <i>Maka wa kul balad 'arḍuhu 21-40</i> Meca y todo país cuya latitud sea 21°40' Nota: esta lámina tiene una grafía que bien pudiera ser contemporánea. Es completamente distinta a las previamente analizadas.	De latitud con proyección estereográfica por la cara "a" Diámetro= 103 mm Espesor = 0,75 mm Peso = 71 gr
	7b	En blanco	
8	8a	En blanco	Diámetro= 103 mm Espesor = 0,75 mm Peso = 57 gr
	8b	En blanco	
9	9a	En blanco	Diámetro= 103 mm Espesor = 0,75 mm Peso = 57 gr
	9b	En blanco	

Las láminas 6a y 6b para uso en Toledo/Talavera y en Granada/Málaga respectivamente tienen dos curvas adicionales de oración, las correspondientes a los dos crepúsculos, que no están grabadas en el resto de las láminas:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
<p>الشفق</p> <p><i>al-šafaq</i>: Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol</p>	<p>Lámina 6a:</p> <p>خط الشفق</p> <p>Línea de <i>al-šafaq</i></p>	<p>Almicantar nº 3 (lado izquierdo) correspondiente a 18°.</p> <p>Línea crepusculina</p>
	<p>Lámina 6b:</p> <p>الشفق</p> <p><i>al-šafaq</i></p>	
<p>الفجر</p> <p><i>al-fayr</i>: Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol</p>	<p>Lámina 6a:</p> <p>خط الفجر</p> <p>Línea de <i>al-fayr</i></p>	<p>Almicantar nº 3 (lado derecho) correspondiente a 18°</p> <p>Línea crepusculina</p>
	<p>Lámina 6b:</p> <p>الفجر</p> <p><i>al-fayr</i></p>	

- *Trono*: tiene perfil triangular con borde festoneado, dos orificios abiertos a ambos lados de la fijación del *asa* y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 7 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 60°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone el *asa* fijada al *trono*. No tiene *anilla*.
- *Alidada*: tiene 124 mm de longitud, 7 mm de anchura, 14 gramos de peso y no presenta quiebro central. Sus dos pínulas están a 101 mm de distancia una de la otra y cada una presenta un orificio circular para realizar la alineación visual.
- *Clavo y caballete*: son un tornillo y una tuerca, respectivamente. Adiciones contemporáneas.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

No se ha conseguido información.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA



KING (2005f), p. 1011 (apartado 6.11); MAYER (1956), p. 35; PRICE (1955), pp. 364 y 375.

Catálogos online:

Statens Sjöhistoriska Museum, “Ficha del astrolabio de Ahmad ibn Alī al-Šarafī. Nº de catálogo S-1565” http://digitaltmuseum.se/011024829241?owner_filter=S-SMM-SM&query=astro*&pos=0 [última consulta 22/03/2016]

A33: Astrolabio Ibn Faraʿy del Museo Capodimonte

ICN / International Instrument Checklist Number = #3552

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Muḥammad ibn Faraʿy Lugar: Granada Fecha: 881H/1476-77</p> <p>Material: Latón y plata Diámetro: 17,9 cm Altura: --- Espesor: --- Peso: 1450 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafía: Cúfica con puntos diacríticos Inscripciones numéricas en notación <i>abʿyad</i>: en <i>madre</i>, <i>dorso</i> y <i>láminas</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>láminas</i> y <i>araña</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe (en el revés del <i>trono</i>): <i>Lo realizó Muḥammad ibn Faraʿy año 881 de la Hégira en Granada protéjala Dios</i></p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 4 <i>láminas</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Museo Capodimonte de Nápoles (nº inv. 4991)</p>		

1.- Aspectos generales²⁸⁷

Este astrolabio, firmado y fechado por Muḥammad ibn Faraʿy se fecha ya en los últimos años del reino nazarí y presenta analogías estilísticas con el firmado por Ibn Zāwal, fechado cinco años después y que cierra la producción astrolabista nazarí (ficha A34).

Nos ha llegado casi completo, le falta la *alidada*, el *clavo* y el *caballete*. El astrolabio cuenta con una *lámina* universal del tipo *al-safḥa al-ʿāmiya li-ʿāmi al-urūd* (*Lámina General para todas las Latitudes*) inventada por Abū ʿAlī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāṣo (m. 716H/1316-17) en el año 673H/1274-75 y que permite su uso en cualquier latitud.²⁸⁸

El astrolabio está realizado en latón y la presencia de pequeños orificios en los punteros de la *araña* indica que pudieron incorporar incrustaciones de plata. Su banda ecuatorial se interrumpe en dos puntos de discontinuidad y esto no es frecuente en los astrolabios andalusíes. Esta característica sólo la tienen un astrolabio almohade (A15) y otro nazarí (A34).

²⁸⁷ Este astrolabio no se ha podido estudiar in situ. El contenido de la ficha se ha extraído de la bibliografía indicada al final, especialmente del magnífico artículo firmado en 1984 por Ornella Marra y de la lectura de las inscripciones, hasta donde es posible debido a la baja calidad de sus fotografías.

²⁸⁸ Un detallado estudio sobre la familia Ibn Bāso y su presencia en al-Andalus en CALVO (1993), pp. 23-26.

El *trono* es pequeño y con una sencilla decoración y lleva en su reverso la inscripción de autoría.



Sus *láminas* sirven un total de siete latitudes (entre 21°40' y 37°30' norte) de las que sólo dos corresponden a ciudades andalusíes, Almería y Granada, aunque sus nombres no están rotulados. El resto da servicio a latitudes de otros lugares del Islam.

En cuanto a su grafía, es cúfica con puntos diacríticos, homogénea en todo el astrolabio y de trazo suelto. En la parte inferior de una de sus *láminas*, la universal, se ha inscrito la palabra *Whithersoever* (“dondequiera”) lo que confirma que el

astrolabio pasó en algún momento por manos inglesas.



2.- Aspectos decorativos

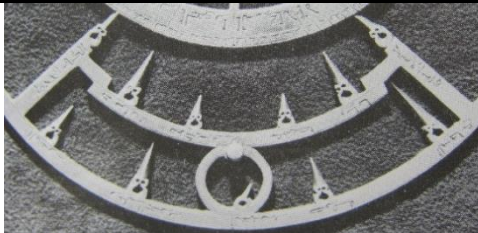
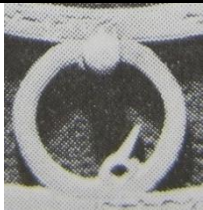


Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* es simétrica respecto a su eje vertical y sus punteros tienen forma geométrica, la mayoría con base trilobulada y puntas rectas. Como es habitual, los cuatro punteros que se apoyan en la eclíptica lo hacen a través de una base trapezoidal donde se graba el nombre de la estrella. Conserva los cuatro *mudīr*, semiesféricos y de plata, situados en los ejes horizontal y vertical.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y sólo cuenta con un pequeño fragmento de la banda solsticial que une el círculo central con la eclíptica. También se interrumpe en dos puntos de discontinuidad la banda ecuatorial y esto no es frecuente en los astrolabios andalusíes. Como ya se ha indicado, esta característica sólo la tienen un astrolabio almohade (A15) y uno nazarí (A34). El único elemento decorativo de esta *araña* es un círculo ubicado entre la banda ecuatorial y la banda exterior, el círculo de Capricornio, y que aloja un pequeño puntero en su interior, el correspondiente a la estrella Sirio.

El *trono* es de perfil triangular acampanado con borde festoneado y presenta dos orificios en su parte frontal ubicados simétricamente respecto del eje vertical y circundados por sendos dobles círculos incisos que terminan en hojas lanceoladas.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la <i>araña</i>		
	Puntero de base lobulada con tres orificios grandes y dos pequeños encima, rematado en punta recta y apoyado en base trapezoidal	Puntero de base lobulada con un orificio central grande y dos pequeños encima, rematado en punta recta

Adornos en la araña		
	Estructura decorativa con banda ecuatorial interrumpida en dos puntos de discontinuidad con un círculo entre dicha banda y la exterior de la araña	Elemento decorativo circular central que cobija un puntero.
Trono		
	Forma triangular acampanada y borde festoneado. Dos orificios circulares bordeados por un círculo terminado en hoja lanceolada. Detalle de la decoración incisa de doble círculo con hoja lanceolada	

3.- Descripción de las partes del astrolabio

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 179 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 5 mm de anchura con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El fondo de la *madre* de 169 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en una latitud de 0°, un valor que se suele identificar en el mundo islámico con Serendib (hoy Ceylán) y que se incorporaba a los astrolabios con fines de cálculo matemático. En la parte inferior está grabada la inscripción *لوسط الارض* (*li-wasat al- 'ard* = para el centro de la latitud).

Tiene grabadas 15 curvas almicanatares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, y en la parte inferior lleva las 12 curvas de las horas desiguales pero no se han rotulado los valores numéricos de ninguna de estas curvas.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores están en blanco. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es *الجوزا* (*al-ŷawzā* = el gigante).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 13 de marzo.

En la parte central inferior está grabado un doble *cuadrado de sombras*. Las dos líneas verticales llevan la misma inscripción *منكوس* (*mankūs* = versa) y la única inscripción horizontal *ميسوط* (*mabsūt* = horizontal). Tanto las escalas verticales como las horizontales están graduadas en 12 partes iguales, llamadas “dedos”, rotuladas de dos en dos (2, 4, 6, ...12) en notación *abŷad*.

- *Araña*: es simétrica respecto al diámetro vertical. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco con sus nombres rotulados en árabe de forma idéntica a como lo están

en el *dorso*. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal.

Presenta un total de 32 punteros estelares de los cuales 17 están fuera del círculo de la eclíptica y 15 dentro.²⁸⁹ La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):²⁹⁰

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁹¹	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>batn qaytūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet
2	خضيب <i>jaḍīb</i> (teñida)	Caph	β Cas
3	الكف الجدا <i>al-kaff al-ḡidmā</i> (la palma de la parte de la mano)	Menkar	α Cet
4	غول <i>gūl</i> (ogro)	Algol	β Per
5	النهر <i>al-nahr</i> (el río)	Achernar	α Eri
6	دبران <i>dabarān</i> (que sigue)	Aldebarán	α Tau
7	رجل الجوزا <i>riḡl al-ḡawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
8	عويق <i>‘ayyūq</i> (cabrilla)	Capella	α Aur
9	منكب الجوزا <i>mankib al-ḡawzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
10	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
11	غميصا <i>gumayṣā</i> (de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
12	طرفة <i>ṭarfa</i> (la proa)	¿?	Argo Navis ²⁹²
13	يدالدب <i>yad al-dub</i> (la mano del oso)	Talitha Borealis	ι UMa
14	زبانة <i>zubāna</i> (pinza)	Acubens	α Cnc
15	رجل الدب <i>riḡl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa
16	الشجاع <i>al- šuḡā</i> (la hidra)	Alfard	α Hya
17	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
18	قم الكاس <i>fam al-kās</i> (la boca de la copa)	Alkes	α Crt
19	قائد <i>qā'id</i> (líder)	Alkaid	η UMa
20	العزل	Azimech ó Spica	α Vir

²⁸⁹ Ha sido imposible la lectura de todos los nombres en árabe inscritos en la *araña* por la poca calidad de las fotografías disponibles. Cuando la lectura no se ha podido hacer he tomado la realizada por Ornella Marra.

²⁹⁰ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁹¹ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

²⁹² Esta constelación no existe hoy pues, por su gran tamaño, fue dividida en tres constelaciones en el siglo XVIII: Carina, Puppis y Vela.; MARRA (1984), p. 302. Considera que la inscripción es *šarfa* y la considera la estrella Denebola (β Leo) pero esa estrella no se encuentra en la posición en la que está el puntero.

Nº	Inscripción en árabe en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁹¹	Nombre actual de la estrella	Identificación
	<i>al-a 'zal</i> (el desarmado)		
21	الرامي <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
22	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
23	عنق الحية <i>'unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	Unukalhai	α Ser
24	قلب العقرب <i>qalb al- 'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
25	رأس الحواء <i>ra 's al-ḥawā'</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
26	واقع <i>wāqi'</i> (que cae)	Vega	α Lyr
27	الطائر <i>al-tā'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
28	ذنب الجدي <i>ḍeneb al- ḡadī</i> (la cola de la cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
29	ردف <i>ridf</i> (rabadilla)	Deneb	α Cyg
30	كعب الفرس <i>ka 'ib faras</i> (talón de caballo)	Ji Pegasi	χ Peg
31	منكب فرس <i>mankib faras</i> (hombro de caballo)	Scheat	β Peg
32	ذنب قيطوس <i>ḍeneb qayṭūs</i> (cola de ballena)	Deneb Kaitos	β Cet

A destacar la presencia en la posición 12 de la estrella *ṭarf al-safīna* (la proa de la nave) aquí rotulada como *ṭarfa*, de la constelación Argo Navis. Sólo otro astrolabio nazarí la incorpora en su *araña* (ficha A27). El revés de la *araña* muestra marcas lineales y circulares además de rayas que parecen de lijado.

- **Láminas:** tiene cuatro *láminas* grabadas por ambas caras y una de ellas es del tipo *lámina general* de uso en todas las latitudes según el modelo definido y diseñado por Abū 'Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāṣo. Las *láminas* de latitud tienen grabadas 16 curvas almicanteres separadas de 5 en 5 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados. En la parte inferior llevan grabadas las 12 líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado (1 a 12 en notación *abṡad*. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana lleva grabada زوال (*zawāl* = meridiana). Además cuentan todas con las curvas que marcan las horas de oración, con líneas punteadas y con sus nombres rotulados como sigue:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición
الشفق <i>al-šafaq</i> : Crepúsculo vespertino, tras la puesta del sol	شفق <i>šafaq</i>	Hora 2ª. Línea crepusculina
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	فجر <i>fayr</i>	Hora 11ª Línea crepusculina
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8ª
العصر <i>al- 'aṣr</i> : Por la tarde	عصر <i>'aṣr</i>	Hora 10ª


El tipo de *lámina* y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Tipo de lámina
1	1a	لعرض كما م <i>li- 'arḍ 21-40</i> (Para la latitud 21°40')	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	1b	لعرض كه <i>li- 'arḍ 25</i> (Para la latitud 25°)	
2	2a	لعرض ل <i>li- 'arḍ 30</i> (Para la latitud 30°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	2b	لعرض المرية و كل بلد عرضه لج <i>li- 'arḍ 33</i> (Para la latitud 33°)	
3	3a	لعرض لد <i>li- 'arḍ 34</i> (Para la latitud 34°)	De latitud con proyección estereográfica en cara "a". Universal tipo Ibn Bāṣo en cara "b"
	3b	لجميع العروض <i>li- 'yamī' al- 'urūd</i> (Para todas las latitudes) Inscripción añadida con posterioridad: <i>Whithersoever</i>	
4	4a	لعرض لو ل <i>li- 'arḍ 36-30</i> (Para la latitud 36°30')	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	4b	لعرض لز ل <i>li- 'arḍ 37-30</i> (Para la latitud 37°30')	

A destacar la inscripción en inglés *Whithersoever* ("dondequiera") bajo la inscripción en árabe que indica el uso de esa *lámina* en cualquier latitud y que apunta a un usuario angloparlante en algún momento de la vida del astrolabio. La inscripción es poco incisa y el tipo de grafía parece contemporáneo.

En cuanto a las latitudes de las otras *láminas*, sólo dos corresponden a ciudades de al-Andalus en las fechas en que se hizo el astrolabio: Almería (36°30') y Granada (37°30'). El resto de latitudes corresponden a Meca (21°40'), Medina (25°), Cairo (30°) y Fez (33°). La latitud de 34° no está claramente asignada a ninguna ciudad islámica importante, Ornella Marra considera que puede ser Mequínz (en Marruecos).²⁹³

- *Trono*: tiene perfil triangular acampanado con borde festoneado. En la parte posterior del *trono* se ubica la inscripción de autoría:

Inscripción en árabe y traducción al castellano	Imagen de la inscripción
صنعه محمد بن فرج سنة ظفا الهجرة بغرناطة حماها الله <i>Lo realizó Muḥammad ibn Faraḡ año 881 de la Hégira en Granada protéjala Dios</i>	

La datación en el año 881 de la Hégira (1476-1477 d.C.) es controvertida pues se obtiene utilizando la variante magrebí de la notación *abḡad* en la traducción. Si se utilizara tanto la variante andalusí como la del Islam oriental, el año debería leerse como 981 de la Hégira (1573-1574 d.C.). Esta misma circunstancia se da en el astrolabio nazarí tardío de Ibn Zāwal (ficha A34), y en ese caso, como en este, los arabistas optan por esta interpretación.²⁹⁴

- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* y una *anilla* circular.

²⁹³ MARRA (1984), p. 298

²⁹⁴ MARRA (1984), p. 296 y MENDOZA EGUARAS (1990), p. 148.

- *Alidada*: no se conserva.
- *Clavo y caballete*: no se conservan.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

La presencia en la *lámina general* que tiene el astrolabio de la inscripción *Withersoever* (“dondequiera”) permite suponer que estuvo en algún momento en manos de un inglés, pero no se conoce ningún documento que permita saber más.

En Italia se encuentra al menos desde 1768, fecha en la que el cardenal Stefano Borgia (1731-1804) fundó el Museo Borgiano en su palacio de Velletri para alojar objetos de la colección familiar. En el documento fundacional se registran una serie de piezas con inscripciones cúficas entre los que se encuentra este astrolabio y el otro conservado en el Museo Capodimonte (ficha A23). El astrolabio aparece citado en documentos de este museo de 1796, 1805 y 1806. El conde Camilo Borgia, heredero de los bienes del cardenal a su muerte en 1804, intentó vender casi la totalidad de los objetos del museo, entre ellos el astrolabio, al rey de Dinamarca, pero el papa Pío VII vetó la exportación. Después trató de venderla a Napoleón pero su caída del poder canceló el proyecto. Finalmente la adquirió el rey de Nápoles Fernando I de Borbón en 1817 como consta en un documento en el que se registran todos los objetos comprados para el Museo Real Borbónico (hoy Museo Arqueológico de Nápoles), incluido este astrolabio que aparece en los catálogos de 1824 y 1857. En 1957 se trasladó toda la colección de piezas de las edades Media y Moderna al Museo de Capodimonte donde se encuentra el astrolabio en la actualidad.²⁹⁵

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

CALVO (1993), p. 29; DA SCHIO (1880), p. 249; KING (2005f), p. 1012 (apartado 6.17); MARRA (1984), pp. 272-280 y 295-306; SCERRATO (1967) p. 34.

²⁹⁵ MARRA (1984), pp. 272-280.

A34: Astrolabio de ibn Zāwal en el Museo Arqueológico de Granada

ICN / International Instrument Checklist Number = #4217

FRENTE	Constructor: Muḥammad ibn Zāwal Lugar: ¿Granada? Fecha: 886H/1481-1482	DORSO
	Material: Latón, bronce y plata Diámetro: 18,7 cm Altura: 21,4 cm Espesor: 0,5 cm Peso = 950 gr	
Grafía: Cúfica sin marcas diacríticas Inscripciones numéricas en <i>abʿyad</i> : en <i>madre</i> , <i>dorso</i> , <i>araña</i> y <i>trono</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>madre</i> , <i>dorso</i> , <i>araña</i> y <i>trono</i> Inscripción de autoría y fecha en árabe: (en la parte posterior del <i>trono</i>): <i>Lo realizó Muḥammad ibn Zāwal año 886</i>		
Elementos: <i>Madre</i> , <i>araña</i> , <i>alidada</i> , <i>clavo</i> , <i>caballete</i> , <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i> .		
Conservado en: Museo Arqueológico y Etnológico de Granada (nº inv. 12115)		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico de Muḥammad ibn Zāwal ha llegado a nosotros sin ninguna *lámina*, salvo la grabada en el fondo de la *madre* que sirve la latitud de Granada. La inscripción de autoría no indica la ciudad en que se construyó pero el hecho de que se encontrara en el Albaicín granadino en 1981 y la ya indicada inscripción *Garnata* en el fondo de la *madre* permiten situar su origen en Granada.

El astrolabio está realizado con piezas de distinta aleación, unas de latón y otras a medio camino entre el bronce y el latón y conserva incrustaciones de plata en la *araña* y el *trono*. La *araña* presenta punteros geométricos de base lobulada con perforaciones y una pequeña esfera de plata incrustada, borde poligonal y puntas mayoritariamente rectas. Conserva los cuatro *mudīr* (pomos) de plata con ranuras helicoidales. Su banda ecuatorial se interrumpe en dos puntos de discontinuidad y esto sólo lo tienen un astrolabio almohade (A15) y uno nazarí (A33).

En cuanto al *trono* destacan sus incrustaciones de plata y latón y la presencia en su reverso de la inscripción de autoría. En el *sistema de sustentación* destaca la presencia de dos pequeñas cabezas de perro en el *asa* sujeta al *trono* en la que se ensarta la *anilla* y una ruedecilla de polea.

En cuanto a su grafía, es cúfica sin marcas diacríticas y homogénea en todo el astrolabio.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña*, el *trono*, el *asa* del *sistema de sustentación* y las pínulas de la *alidada*. En lo que respecta a la *araña*, presenta punteros de base lobulada con 1, 3 o 4 perforaciones y bordes festoneados, poligonales o una combinación de ambos. Los punteros llevan una pequeña incrustación de plata en la base y rematan en punta recta o curvada. Como es habitual, los cuatro punteros que se apoyan en la eclíptica lo hacen a través de una base trapezoidal donde está grabado el nombre de la estrella. Las incrustaciones de plata de las bases de los punteros se colocaron después de haber grabado los nombres de las estrellas pues en algunos casos ocultan alguna de las letras.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y sólo cuenta con un pequeño fragmento de la banda solsticial que une el círculo central con la eclíptica. También se interrumpe en dos puntos de discontinuidad la banda ecuatorial y esta característica sólo la implementan un astrolabio almohade (ficha A15) y otro nazarí (ficha A33). Dicha banda remata en sus dos extremos por rectángulos, a modo de torres, que sirven de base a punteros estelares. El de la izquierda está sin rotular por lo que no funciona realmente como puntero teniendo una función estructural, para dar solidez a la *araña*, además de decorativa para mantener la simetría.

Además de los punteros, contiene la *araña* un círculo decorativo bajo la banda ecuatorial que aloja un puntero. Los cuatro *mudīr* son iguales, de forma esférica ligeramente achatada y con decoración de líneas helicoidales incisas en torno a un círculo rehundido central.

El *trono* es de perfil triangular con borde festoneado y presenta una decoración realizada en damasquinado con tres elementos de plata y varios de latón. Las incrustaciones de parte frontal del trono son 9 de las cuales sólo se perciben bien 6, las otras tres están cubiertas de una pátina que no las hace visibles. De las visibles, tres son de plata y las otras tres de latón. Las incrustaciones generan simetría por lo que se puede suponer la forma de las que no se ven. Tienen formas geométricas: 4 círculos, 2 en forma de lágrima, 2 en forma semi-oval y una en el eje vertical que se asemeja a una punta de flecha.

El *asa* del *sistema de suspensión* del astrolabio remata, en los extremos que se anclan al *trono*, con dos cabezas de perro de cuyas bocas abiertas sale la banda metálica que engancha la *anilla*. Las pínulas de la *alidada* llevan perforado un orificio en forma de arco apuntado. Por último destacar el sofisticado pináculo que ejerce las funciones del *caballete* y que no responde ni en forma ni en tamaño a lo que es habitual en los astrolabios medievales. Aunque debe tratarse de una adición de los siglos XVIII ó XIX, se incluye como elemento histórico que confirma el uso del astrolabio hasta fecha reciente.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña					
	Base trilobulada y punta recta	Base trilobulada con borde poligonal y punta levemente curvada.	Base con orificio en forma de pera y punta recta.	Base tetralobulada y punta recta	
Adornos en la araña					
	Forma circular con mudīr en la parte superior y puntero en la inferior	Estructura decorativa de la banda ecuatorial: banda segmentada en 3 partes con remates en forma de torres en los extremos y un círculo central		Mudīr de plata	
Trono					
	Forma triangular, borde festoneado y nueve incrustaciones, tres de plata en centro y extremos y el resto de latón, dispuestas en perfecta simetría	Detalle de la incrustación de plata en la posición central	Detalle de la incrustación de plata en los extremos	Detalle de dos de las incrustaciones de latón	
Sistema de suspensión		Alidada		Pináculo	
	Cabezas de perro en los extremos del asa		Pínulas con arco conopial decorativo y extremo de la alidada recortado a bisel		Remate frontal del eje. Adición posterior (s. XVIII-XIX)

3.- Descripción de sus partes

El astrolabio no se puede desmontar porque se ha aplicado cola adhesiva al clavo que engarza sus partes. No obstante, se ha podido estudiar. Sus características más relevantes son:

- **Madre:** consta de una placa circular de 187 mm de diámetro y 2 mm de espesor, a la que se adhiere una *corona* de 11 mm de anchura y 3 mm de grosor con la escala en grados habitual (ver punto 10.1.2). El fondo de la *madre* tiene grabada una *lámina* con la inscripción *غرناطة لز* (Garnata 37: Granada 37°) además de 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 36 curvas acimutales separadas 10°, con sus valores numéricos rotulados. La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor rotulado (1 a 12 en notación *abýad*) y las curvas de oración, grabadas en líneas en trazo punteado con las siguientes inscripciones:

Nombre de la oración y momento del día	Inscripción en la lámina	Posición en las horas desiguales
الفجر <i>al-fayr</i> : Crepúsculo matutino, antes de la salida del sol	فجر <i>faʿyr</i>	Hora 11 ^a
الظهر <i>al-zuhr</i> : Tras el mediodía	ظهر <i>zuhr</i>	Hora 8 ^a
العصر <i>al-ʿaṣr</i> : Por la tarde	عصر <i>ʿaṣr</i>	Hora 10 ^a
الشفق <i>al-ṣafaq</i> : Crepúsculo vespertino. Tras la puesta del sol	شفق <i>ṣafaq</i>	Hora 2 ^a

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos todos concéntricos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° indicada en el punto 10.1.2. en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores no llevan grabada ninguna escala.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal tal como se indica en el punto 10.1.2 con disposición concéntrica del anillo de los meses julianos respecto al de los signos del zodiaco. La inscripción para el signo de Géminis es الجوزا (*al-ḡawzā* = el gigante).

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 12 de marzo.

En el cuadrante inferior derecho está grabado el *cuadrado de sombras*. La línea vertical lleva la inscripción القائم (*al-qāīm* = versa) y la horizontal المبسوط (*al-mabsūṭ* = extendida o recta). Tanto la escala vertical como la horizontal están graduadas en 12 partes iguales rotuladas de 3 en 3, (3, 6, 9, 12), en notación *abʿyad*.

- *Araña*: tiene un diámetro de 165 mm y un grosor de 2,7 mm. Cuenta con cuatro pequeños pomos (*mudīr*) de plata para hacerla girar. Están situados en cuatro puntos equidistantes del centro: en la parte superior del anillo de la eclíptica, en el centro de la banda ecuatorial y en los dos extremos de la banda equinoccial. En la parte superior del anillo de la eclíptica tiene su *al-murī*, el pequeño marcador de la posición angular de la *araña* en su giro en torno al centro.

El anillo de la eclíptica lleva inscritos los 12 signos del zodiaco de forma idéntica a la ya indicada en el *dorso*. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y la banda ecuatorial tiene dos, siendo ésta segunda una característica que sólo se encuentra en un astrolabio almohade (ficha A15) y en otro nazarí (ficha A33).

Presenta un total de 27 punteros estelares de los cuales 14 están fuera del círculo de la eclíptica y 13 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta)²⁹⁶:

Nº	Inscripción en el puntero estelar, transliteración y traducción ²⁹⁷	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	بطن قيطوس <i>baṭn qayṭūs</i> (vientre de ballena)	Baten Kaitos	ζ Cet

²⁹⁶ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

²⁹⁷ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

2	غول <i>gūl</i> (ogro)	Algol	β Per
3	دبران <i>dabarān</i> (que sigue)	Aldebarán	α Tau
4	رجل الجوزا <i>riyl al-ḡawzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
5	عيقوق <i>‘ayyūq</i> (cabrilla)	Capella	α Aur
6	منكب <i>mankib</i> (hombro)	Betelgeuse	α Ori
7	العبور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	Sirio	α CMa
8	غميصا <i>gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
9	يد دب <i>yad dub</i> (mano de oso)	Talitha Borealis	ι UMa
10	زبانة <i>zubāna</i> (pinza)	Acubens	α Cnc
11	رجل الدب <i>riyl al-dub</i> (la pata del oso)	Tania Borealis	λ UMa
12	منير شجاع <i>munīr šuḡyā’</i> (luminosidad de hidra)	Minchar	σ Hya
13	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
14	فم الكاس <i>fam al-kās</i> (la boca de la copa)	Alkes	α Crt
15	الرامح <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	Arturo	α Boo
16	العزل <i>al-a’zal</i> (el desarmado)	Azimech ó Spica	α Vir
17	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
18	حية <i>ḥaya</i> (serpiente)	Unukalhai	α Ser
19	العقرب <i>al-‘aqrab</i> (el escorpión)	Antares	α Sco
20	حوا <i>ḥawā</i> (encantador de serpientes)	Ras Alhage	α Oph
21	الواقع <i>al-wāqi’</i> (la que cae)	Vega	α Lyr
22	الطائر <i>al-tā’ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
23	جدي <i>ḡadī</i> (cabra)	Deneb Algedi	δ Cap
24	جحفة <i>ḡahfala</i> (el belfo)	Enif	ε Peg
25	ذنب <i>ḡanab</i> (cola)	Deneb Kaitos	β Cet
26	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
27	منكب فرس <i>mankib faras</i> (hombro de caballo)	Scheat	β Peg

El reverso de la *araña* no se ha podido estudiar porque el astrolabio no se puede desmontar.

- *Láminas*: no nos ha llegado ninguna *lámina*, excepto la grabada en el fondo de la *madre*, ya indicada.
- *Trono*: es de forma triangular, de 27 mm de altura y 5 mm de espesor y el arco de su base abarca un ángulo de 40°. En su anverso lleva nueve incrustaciones de plata y latón de las cuales

sólo se perciben bien 6 pues las otras tres están cubiertas de una pátina que no las hace visibles. De las visibles, tres son de plata y las otras tres de latón. Por el reverso se ha grabado la inscripción de autoría desplegada en dos líneas con la singularidad de que es la línea superior el final del texto inscrito en la inferior y no al revés. Dice así:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>ظفو صنعہ محمد ابن زاول سنۃ 886. Lo realizó Muḥammad ibn Zāwal año</p>	

La datación en el año 886 de la Hégira (1481-82) es controvertida pues se obtiene utilizando la variante magrebí de la notación *abḡad* en la traducción. Si se utilizara tanto la variante andalusí como la del Islam oriental, el año debería leerse como 986 de la Hégira (1578-1579). El prestigioso arabista Darío Cabanelas se decantó por la variante magrebí al ser consultado por Ángela Mendoza en 1990 y, aunque no indica la razón, quizá consideró relevante la influencia de la cultura del norte de África en los años finales del reino nazarí.²⁹⁸ Un criterio similar aplicó Ornella Marra en la lectura de datación del astrolabio nazarí del Museo Capodimonte (ficha A33).

- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa*, decorada con dos cabezas de perro y fijada al trono mediante remaches de cabeza tronco-cónica y superficie acanalada, y la *anilla* circular. Lleva inserto en la *anilla* una rueda de polea, acanalada y de forma algo apuntada para colgar el instrumento. Junto a él se encontraba otra rueda de polea de mayor diámetro, exenta, pero de material similar²⁹⁹.
- *Alidada*: tiene 185 mm de longitud, 9 mm de anchura y sus extremos están rematados a bisel. A 10 mm de esos extremos se ubican las dos pínulas cuyas dimensiones son de 17 mm x 19 mm, y cada una presenta un orificio circular para realizar la alineación visual.
- *Clavo y caballete*: la cabeza del *clavo* es un casquete esférico de 12 mm de diámetro con estrías radiales. El *caballete*, pieza que remata el *clavo* por la parte frontal del astrolabio, no es original por su forma de pináculo de 40 mm de altura, 18,5 mm de diámetro máximo y 14 mm de diámetro en su base. Estas piezas entraron en el museo separadas del astrolabio pero se ajustan a sus dimensiones. Podrían ser adiciones modernas, de los siglos XVIII ó XIX.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio entró en el museo en el año 1981 tras su adquisición por parte de la Asociación de Amigos del Museo Arqueológico de Granada. La compra se realizó a un particular del que no consta en nombre que dijo haberlo encontrado unos años antes en un derribo de una casa del Albaicín. El astrolabio se encontraba en muy mal estado de conservación y se procedió a una

²⁹⁸ MENDOZA EGUARAS (1990), p. 148

²⁹⁹ La pieza es un carrete acanalado de 22,3 mm de altura y diámetros superior e inferior de 46 mm y 38,5 mm de diámetro y un eje central taladrado de 15 mm de diámetro. Pudo formar parte del sistema de sustentación del astrolabio a modo de rueda de polea o pudo ser un pedestal en cuyo taladro central encajase el pináculo que remata el eje de rotación de las piezas del astrolabio.

actuación de limpieza por parte de Carmen Navarrete, restauradora del museo. La superficie presentaba productos de depósito de malaquita y cuprita originados por la oxidación del cobre. Tras la eliminación de esas concreciones mediante bisturí y cepillos metálicos se sometió al astrolabio a varios lavados con agua hasta que no se detectaron iones libres en la misma. Para finalizar se aplicó a cada pieza un inhibidor de corrosión y una resina acrílica.³⁰⁰

5.- Análisis metálico de las piezas del astrolabio

El astrolabio fue sometido a un análisis XRF (Fluorescencia por Rayos X) por especialistas del Museo Británico en el año 1990, con los resultados que a continuación se detallan.³⁰¹ Merecen destacarse las diferencias en las aleaciones de las distintas partes. En todos los casos la proporción de cobre se mueve entre el 66% y el 79%. La *araña* y la *alidada* son de latón pues su porcentaje de zinc ronda el 20%. Sin embargo la *madre* tiene un porcentaje de zinc inferior al 10% y una importante presencia de estaño, del orden del 5%, que invita a considerar la aleación a medio camino entre el bronce y el latón. Las incrustaciones de plata son de buena ley. Los resultados del análisis metálico en porcentaje de peso de cada metal en la aleación son³⁰²:

Pieza	Cu	Zn	Sn	Pb	Ag	As
Madre	73,5	8,35	4,35	10	0,13	1,73
Araña	73,8	24,8	--	1,52	--	--
Alidada	77,8	19,5	0,71	1,84	--	--
Pináculo	66,6	26,3	1,94	3,60	0,16	0,28
Anilla de sustentación	79,9	18,3	--	1,43	--	--
Botón de plata	4,3	--	0,15	0,32	96,4	--

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA DE ESTE ASTROLABIO

KING (2005f), p. 1012 (apartado 6.17); MENDOZA EGUARAS (1990), pp. 139-167; RUIZ MORALES (2010), pp. 149-150; VERNET y SAMSÓ (1992), p. 227; LÓPEZ GUZMÁN (2013), p. 154.

Catálogos on-line

Museo Arqueológico de Granada, “Ficha del astrolabio de ibn Zāwal, N° inventario CE 12115”.

http://www.museosdeandalucia.es/cultura/museos/MAEGR/index.jsp?redirect=S2_3_1_1.jsp&idpieza=857&pagina=2 (última consulta: 13/02/2016).

³⁰⁰ MENDOZA EGUARAS (1990), pp. 159-160.

³⁰¹ MENDOZA EGUARAS (1990), p. 157. Lo realizaron los Srs. Paul Craddock y Duncan Hook del Research Laboratory del British Museum.

³⁰² Sólo se indican los metales más importantes: Cu (cobre), Zn (zinc), Sn (estaño), Pb (plomo), Ag (plata), As (arsénico). Tabla completa en MENDOZA EGUARAS (1990), p. 158. Incluye todos los metales encontrados, incluso trazas por debajo del 0,001%.

10.2.- CATÁLOGACIÓN DE LOS ASTROLABIOS DE LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS

Las 15 fichas que conforman esta parte del catálogo, dedicada a los astrolabios de los reinos cristianos hispanos, contienen toda la información sobre cada astrolabio obtenida del análisis directo de los mismos en la mayoría de los casos o de las fotos disponibles sobre él, así como de lo publicado, en mayor o menor detalle en la bibliografía. Se ha homogeneizado la estructura de las fichas, tanto para facilitar su lectura como para posibilitar los estudios comparativos.

La estructura de las fichas es la misma que se indicó en la parte de los astrolabios andalusíes (ver punto 10.1) salvo los siguientes detalles:

- **Identificación del astrolabio:** consta de la letra “C” (de cristiano) seguida de un número de orden en base a su cronología atribuida.
- **Cuadro-resumen:** sólo se conoce el autor de un astrolabio, el C13 y el lugar y fecha de construcción son las atribuidas.
- **Aspectos generales:** se recogen los aspectos más relevantes del astrolabio y se incide en el proceso seguido para su atribución como astrolabio realizado en alguno de los reinos cristianos hispanos medievales.

10.2.1.- Atribución de lugar y fecha de construcción

Contrariamente a lo que ocurre con los astrolabios andalusíes, que están mayoritariamente firmados y datados, de los 15 astrolabios catalogados en esta parte sólo hay uno que incorpora firma del autor, fecha y lugar de construcción (ficha C13). Es por ello que es particularmente importante seguir un cuidadoso proceso para atribuir cada astrolabio a algún reino cristiano hispano y tratar de delimitar su periodo cronológico. El proceso ha sido el mismo seguido para los pocos astrolabios andalusíes anónimos, y está indicado en el punto 10.1.1.

10.2.2.- Elementos comunes a las fichas de los astrolabios de los reinos cristianos hispanos del catálogo


Aunque todos los astrolabios catalogados responden al modelo andalusí en su estructura general, no se ha identificado ningún otro elemento común que pudiera extraerse de todas las fichas y mostrarse aquí para aligerarlas de contenido. Una de las peculiaridades de esta producción de astrolabios “cristianos” es que cada uno es un *unicum*. De esta circunstancia se deriva la dificultad para clasificarlos y agruparlos en talleres.

10.2.3.- Fichas de los astrolabios andalusíes

A continuación se presentan las 15 fichas.

C1: Astrolabio Destombes

ICN / International Instrument Checklist Number = #3042

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo Lugar atribuido: Marca Hispánica ¿Barcelona? Fecha atribuida: ca. 980</p> <p>Material: Latón Diámetro: 15,2 cm Altura: 16,4 cm Espesor: 0,59 cm Peso = 569 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: hispano carolingia y gótica Inscripciones numéricas en notación alfanumérica: <i>madre, dorso y láminas</i> Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>dorso, araña y láminas</i> Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre, araña, 2 láminas, clavo, caballete, trono, sistema de suspensión, alidada y regleta frontal.</i></p>		
<p>Conservado en: Instituto del Mundo Árabe de París (nº inv. AI 86-31) (Facsímiles en el Museo de Ciencia y Tecnología de Madrid (nº. inv. 2000/035/0001), en la Real Academia de las Artes y Ciencias de Barcelona y en el Museo de la Ciencia y la Técnica de Tarrasa)</p>		

1.- Aspectos generales³⁰³

Este astrolabio planisférico de autor desconocido es el que mejor se ha estudiado hasta la fecha y además se ha hecho por expertos de varias disciplinas: historiadores de la ciencia, paleógrafos y arqueómetras. Se le ha realizado la más completa batería de análisis metálicos que ha permitido confirmar su autenticidad que fue cuestionada cuando se dio a conocer en 1962. Los estudios paleográficos fueron decisivos para fijar su cronología a finales del siglo X y en un taller de la Marca Hispánica, muy probablemente de Barcelona. El astrolabio debió realizarse copiando un astrolabio califal omeya andalusí dado que todos los valores numéricos que tiene están expresados en letras según el modelo de numeración *abyad* de los astrolabios andalusíes en lugar de numeración romana que hubiera sido lo adecuado en territorio cristiano a finales del

³⁰³ Algunos de los datos recogidos en esta ficha se han obtenido del estudio del facsímil del astrolabio Destombes que se conserva en el Museo de Ciencia y Tecnología de Madrid. Agradezco a Josefa Prados y a Rosa Martín Latorre su amabilidad y todas las facilidades que me dieron para trabajar en la biblioteca y con los fondos del museo.

siglo X.³⁰⁴ Como no nos ha llegado ningún astrolabio omeya anterior al siglo XI, este astrolabio se convierte en el más antiguo de los conservados que se realizó en suelo peninsular.



Araña (vista frontal)

Los distintos tipos de letra y los distintos modos de abreviar los nombres de los meses del año y de los signos del Zodiaco invitan a considerar que, si bien el latón utilizado en todas las piezas es similar, las inscripciones pudieron hacerse en momentos distintos. La *madre* y las *láminas* habrían sido realizadas en Barcelona entre el año 965 y 1000 y esa opinión es hoy unánime. En cuanto a la *araña* hay división de opiniones pues mientras Mundó considera que se habría realizado en cualquier lugar de Cataluña o del sur de Francia en torno al año 1200, Borrelli considera que la datación

es del siglo X también para esta pieza y lo único datable después en torno a 1200 son las inscripciones incompletas.³⁰⁵ En todo caso, el astrolabio nunca se terminó, convirtiéndose en un objeto valioso por su historia, pero inútil como instrumento científico.

El astrolabio es conocido como “Destombes” porque el erudito y coleccionista francés Marcel Destombes lo compró en 1961 a un anticuario que dijo haberlo adquirido de un exiliado español de la guerra civil. La publicación en julio de 1962 de un estudio en profundidad del astrolabio por parte del propio Destombes provocó una reacción negativa entre los historiadores de la ciencia que lo consideraron una falsificación. No fue hasta la celebración del congreso monográfico sobre el astrolabio Destombes en 1992 en Zaragoza y la disponibilidad de exhaustivos análisis del metal que lo conforma, que la autenticidad de este astrolabio fue aceptada por la comunidad científica, situándolo como punto de origen de la construcción de astrolabios latinos occidentales y transmisor, tanto en los reinos cristianos peninsulares, como en toda Europa, del modelo de astrolabio andalusí.³⁰⁶

Nos ha llegado incompleto en lo que se refiere a sus inscripciones pues todos los punteros estelares están sin rotular y en unas posiciones inhabituales lo que dificulta saber qué estrellas se quisieron ubicar. Es de latón, y sirve a cinco latitudes (comprendidas entre los 36° y los 47°30'), con dos *láminas* grabadas por ambas caras y una adicional en el fondo de la *madre*. En su *dorso* se ubica el *calendario zodiacal* identificativo de los astrolabios andalusíes y su *araña*, sencilla y asimétrica, tiene punteros estelares de base lobulada y punta recta con una banda equinoccial con tres puntos de discontinuidad en su despliegue lineal. Carece de otros elementos decorativos como carecían de ellos los astrolabios califales que le sirvieron de modelo.

³⁰⁴ BEAUJOUAN (1995), pp. 442-443.

³⁰⁵ MUNDÓ (1995), p. 303; BORRELLI (2008), p. 155.

³⁰⁶ Las actas del congreso están publicadas en un número monográfico de la revista *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, el número 32 del año 1995.

Los valores numéricos que se han rotulado en el astrolabio no lo están en números romanos, que era lo habitual en el siglo X, sino en una notación alfanumérica, de la siguiente forma:

Letra	Valor numérico																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	20	30	40	50	60	70	80	90
	A	B	C	D	E	V	Z	H	T	I	IA	IB	K	L	M	N	O	G	F	d

El uso de esta notación alfanumérica latina deriva de la notación alfanumérica *abȳad* usada en todos los astrolabios andalusíes y es una de las características que acercan más a este astrolabio a esa producción andalusí.³⁰⁷ Ningún otro astrolabio con inscripciones en latín, ni hispano ni de ningún otro reino cristiano europeo utiliza este tipo de notación alfanumérica.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta muy escasa decoración. La *araña* es asimétrica y sus punteros son muy sencillos con base bilobulada y punta recta como corresponde a una cronología temprana en la producción de astrolabios de la península Ibérica. La banda equinoccial se interrumpe en tres puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y de la banda solsticial se incluye un segmento entre el círculo central y la eclíptica. El *trono* es pequeño, de perfil trilobulado y sin decoración.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la <i>araña</i>		<i>Trono</i>	
	Base bilobulada y punta recta		Perfil trilobulado, tamaño pequeño, sin decoración

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 152 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 5,9 mm de espesor y 7,9 mm de anchura. La *corona* lleva grabada una escala graduada de 0° a 360° con divisiones cada 5° y subdivisiones cada 1° pero sin los valores numéricos. El peso

³⁰⁷ Se observan dos errores en la traducción de los valores 60 como una “O” y 70 como una “G”. La posible razón es que no hay una transliteración natural y obvia de las letras árabes correspondientes a esos valores con letras del alfabeto latino (Ver Anexo 5 con la notación alfanumérica *abȳad*). La transliteración castellana de esas letras hoy sería “S” para el 60 y una comilla simple para el 70.) Marcel Destombes encontró ese mismo problema en la latinización de los valores 60 y 70 en el manuscrito Ms Latin A196 de Bibliothèque de la Bourgeoisie, datado a principios del siglo XI conservado en Berna en el que se resuelven resueltos de forma similar (ref. DESTOMBES (1962), p. 29 y VAN DE VYVER (1931), p. 279).

total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 260 gramos. El fondo de la *madre*, de 137 mm de diámetro lleva grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados correspondientes a la latitud de 36° y sin curvas azimutales. En la parte inferior están grabadas las curvas de las 12 horas desiguales con sus valores rotulados en la notación alfanumérica indicada anteriormente, la misma usada en los valores en grados de las curvas almicantares.

En los extremos del diámetro horizontal se han rotulado las abreviaturas “OR” (oriente) y “OC” (occidente) a la izquierda y la derecha respectivamente. En la zona central se ha grabado “LV” que quiere decir “36” en la notación alfanumérica indicada ya y que denota la latitud a la que sirve esta proyección estereográfica.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta cuatro escalas de 0° a 90° con divisiones cada 5° y subdivisiones cada 1°, de modo que el valor 0° se fija en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical. Sólo están rotulados los valores numéricos en el cuadrante superior izquierdo y lo hace cada 5° en la notación alfanumérica ya indicada.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero indica los grados con divisiones cada 5° pero sin valores rotulados y el segundo los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco se graban con su nombre completo, o mínimamente abreviado como sigue: ARIES, TAVRVS, GEMINI, CĀCER, LEO, VIRGO, LIBRA, SCORPIO, SGTRS, CPRS, AQVARIVS, PISCES.

Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero lleva rotulados los nombres de los meses, también en forma abreviada, como sigue: INRS, FBRs, MRTS, APRILES, MAIAS, IVNIAS, IVLIAS, AGSTS, SBTRS, OCTBRS, NBRS, DCMBRS. El estudio paleográfico realizado en 1992 sobre estos nombres y el tipo de letra, permitió ponerlos en relación con textos manuscritos en romance catalán de finales del siglo X, fijando así la horquilla cronológica del astrolabio³⁰⁸. Tras el anillo con los nombres de los meses, se ubica la escala de los días de cada mes que no lleva ningún valor numérico rotulado. El punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 16 de marzo.

En la mitad inferior del espacio central está grabado un *cuadrado de sombras* graduado en seis partes, cada una subdividida en dos, con un total de doce partes tanto en la escala vertical como horizontal sin rotulaciones numéricas y con las inscripciones “VBRA RECTA” y “DEIECTA” en las escalas horizontal y vertical respectivamente.³⁰⁹ Lo habitual es que las escalas vertical y horizontal se rotulen en latín con las palabras “UMBRA RECTA” y “UMBRA VERSA”. La forma peculiar en que se rotulan estos términos en este astrolabio es otra prueba de su cronología temprana y de los problemas que tuvo su autor en identificar los términos en latín / romance que mejor se ajustaban al término en árabe. Estaba naciendo la terminología específica del astrolabio en la Europa occidental.

³⁰⁸ MUNDÓ (1995), pp. 303-322.

³⁰⁹ KING (1995a), p. 378.

- *Araña*: tiene un diámetro de 136 mm, un grosor de 1 mm y pesa 50 gramos. Presenta una estructura asimétrica respecto al diámetro vertical en lo que se refiere a la ubicación de los punteros estelares. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco, que si bien deberían tener todos una asignación de 30° y por tanto presentar un número idéntico de divisiones iguales, las tienen diferentes en número y desiguales en espacio.³¹⁰ Los nombres rotulados para cada signo son: ARIES , TAVRO , GEMI , CANC , LE--O , VIRGVO , LIBRA , SCORPIO , SAGITARVS , CAPRICORNIVS , AQVA RIVS , RISES.³¹¹

La banda equinoccial se interrumpe en tres puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y, de la banda solsticial, se incluye un segmento entre el círculo central y la eclíptica.

Presenta un total de 20 punteros estelares de los cuales 10 están fuera del círculo de la eclíptica y 10 dentro. Ninguno de ellos lleva la inscripción con el nombre de la estrella, se trata por tanto de una *araña* incompleta. El poco espacio dejado en la base de los punteros para poner el nombre de las estrellas pudo ser la causa de la falta de rotulación. El artífice se dio cuenta de que, si bien los nombres en árabe de las estrellas del posible modelo andalusí que estaba copiando, cabían en el espacio reservado bajo cada puntero, sus traducciones en latín, normalmente más largas, eran imposibles de rotular en el tipo de letra de la época.

Tiene además defectos constructivos, a saber, el lado izquierdo de la barra ecuatorial es más largo de lo que debería ser de modo que la estrella nº 3 que debe ser Aldebarán (α Tau) no está en su posición correcta. Imprecisiones y errores en la posición de los punteros son normales en los astrolabios tempranos pero, comparativamente, el Destombes es dos veces peor que cualquiera de los demás, no se puede considerar un instrumento preciso.

La tabla siguiente muestra la identificación que hicieron en 1996 Paul Kunitzsch y Elly Dekker de cada una de las estrellas, ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta), en base a su posición ya que carecen de inscripciones:³¹²

Nº	Inscripción	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	---	Baten Kaitos	ζ Cet
2	---	Algol	β Per
3	---	Aldebarán	α Tau
4	---	Rigel	β Ori
5	---	Sirio	α CMa
6	---	Procyon	α CMi
7	---	Regulus	α Leo
8	---	Gienah Corvi	γ Crv

³¹⁰ Los signos de Aries, Tauro, Géminis, Cáncer y Leo presentan 16 divisiones mientras que el resto presenta 32, varias de ellas distintas entre sí.

³¹¹ KING (1995a), p. 366. Resulta interesante que el signo PISCIS se haya rotulado como “RISES” que parece una versión errónea de “PISES” que aparece en otro de los instrumentos astronómicos del s. X. Este es otro de los detalles paleográficos que apoyan la antigüedad de este objeto.

³¹² KUNITZSCH y DEKKER (1996), pp. 658-659.

Nº	Inscripción	Nombre actual de la estrella	Identificación
10	---	Arturo	α Boo
9	---	Azimech ó Spica	α Vir
11	---	Alphecca	α CrB
12	---	Antares	α Sco
13	---	Unukalhai	α Ser
14	---	Ras Alhage	α Oph
15	---	Vega	α Lyr
16	---	Altair	α Aql
17	---	Deneb Algedi	δ Cap
18	---	Dened Dulfín	ϵ Del
19	---	Deneb	α Cyg
20	---	Scheat	β Peg

El reverso de la *araña* no conserva marcas de los diámetros ni de los círculos estructurales.

• *Láminas*: tiene dos *láminas* grabadas por ambas caras que sirven a un total de cuatro latitudes. Ambas tienen 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y sólo la primera *lámina* lleva grabadas las curvas azimutales en un total de 36 separadas de 10 en 10 grados. Ninguna de las curvas lleva rotulados sus valores numéricos, como no los llevan las 12 curvas de las *horas desiguales* grabadas en la mitad inferior. El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en latín y notación alfanumérica y traducción	Tipo de <i>lámina</i> . Dimensiones y peso
1	1a	LT (39°)	De latitud con proyección estereográfica en ambas caras Diámetro= 136 mm; Espesor = 1,1 mm; Peso = 100 gr
	1b	ROMA ET FRANCIA MA L (Roma y Barcelona, 41° 30')	
2	2a	ME (45°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 136 mm; Espesor = 1,1 mm; Peso = 122 gr
	2b	MZ L (47° 30')	

Las palabras “ROMA ET FRANCIA” rotuladas en la *lámina* de latitud 41°30’ han sido fuente de controversia y estudio. Si bien la ciudad de Roma, con su latitud de 42°, podría considerarse servida con una *lámina* de latitud de 41°30’, no hay ninguna ciudad francesa cuya latitud sea menor de 42°. El estudio en profundidad de este asunto por el historiador de la ciencia español Julio Samsó convenció a la comunidad científica de que el término “Francia” (*Ifranja*) se usaba por la sociedad andalusí del siglo X para denotar la zona nororiental de la península Ibérica.³¹³

³¹³ SAMSÓ (1995), pp. 239-251. Samsó afirma que cuando los historiadores árabes refieren expediciones a Cataluña en textos entre el s. VIII y el s. X la llaman *Ifranja*, *Bilād al-Ifranj* ó *Ard al-Ifranj* e identifican las siguientes ciudades bajo este nombre: Barcelona, Gerona, Sunyer y Ampurias. Un documento árabe indica que Tudela está en la frontera entre *bilād al-Andalus* y *bilād al-Ifranj* y la campaña de Almanzor en la Rioja se recoge en las fuentes como un ataque a *Ifranj*. Cuando las fuentes árabes recogen nombres de condes de Barcelona los identifican como “Francos” o “príncipes Francos de Barcelona”. Hasta la caída del Califato de Córdoba en 1031,

Ese territorio cristiano, el que hoy es Cataluña, dependía administrativamente del reino franco y eso justificaba su denominación. La palabra “Francia” en una *lámina* de latitud 41°30’, que es la de Barcelona indica, por tanto, su uso en esa ciudad, teniendo en cuenta además que el valor numérico “MA L” es el único en que cada letra lleva encima una línea horizontal, algo que podría ser una señal del grabador para indicar el lugar donde se ubicaba su taller. Como esas letras se corresponden con la latitud de 41°30’, la de Barcelona, puede interpretarse como una referencia al lugar de construcción de este astrolabio.³¹⁴

- *Trono*: es pequeño, de forma trilobular y forma una sola pieza con la *corona* y la *madre*. Su altura es de 12 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 12°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone el *asa* y la *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 153 mm de longitud, 13 mm de anchura y un peso de 22 gramos. Tiene un quiebro central que la divide en dos segmentos y conserva sus dos pínulas de 23 mm x 19 mm con un círculo inscrito y una punta que ayuda a realizar la alineación visual.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 14 mm, el diámetro de su cabeza es de 13 mm y pesa 5 gramos. El *caballete* es un gancho de factura contemporánea y pesa 1 gramo.
- *Regleta frontal*: longitud de 85 mm, anchura de 13 mm, pesa 9 gr. y consta de un solo brazo.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue comprado por el erudito y coleccionista francés Marcel Destombes (1905-1983) en 1961 al anticuario parisino Gilbert Suc que dijo haberlo adquirido de un coleccionista español aunque se cree que en realidad debió ser un exiliado español de la guerra civil que pudo expoliarlo en un momento en que este tipo de objetos no estaban estudiados en España. Destombes lo estudió en profundidad antes de comprarlo y consultó a varios expertos del momento hasta que se convenció de que era el más antiguo de los astrolabios latinos aunque murió antes de que la comunidad científica compartiera su opinión.³¹⁵ Destombes legó el astrolabio al Instituto del Mundo Árabe de París en su testamento y allí estuvo guardado en el almacén considerado una falsificación hasta que el 26 de enero de 1990 fue presentado de nuevo a la “Société Internationale de l’Astrolabe” reunida en el propio Instituto del Mundo Árabe e investigadores tan prestigiosos como David King y Paul Kunitzsch apostaron por su autenticidad. A partir de ese momento se sucedieron los estudios sobre él que culminaron con la celebración de un congreso internacional en Zaragoza en 1993 con expertos de varias disciplinas que, con algunas voces en contra, consideraron mayoritariamente que el astrolabio denominado “Destombes”, en honor a quién lo valoró en primer lugar, era auténtico, de origen hispano, posiblemente de Barcelona y de finales del siglo X.³¹⁶

la península Ibérica figura dividida en tres reinos en las fuentes árabes: *al-Andalus*, *Jillīqiyya* (Galicia-Asturias) e *Ifranja* (noreste peninsular).

³¹⁴ MUNDÓ (1995), p. 316.

³¹⁵ Todos los detalles sobre el proceso de adquisición del astrolabio por Destombes, su publicación y el rechazo de su autenticidad por la comunidad científica en DE GRAEVE (1995), pp. 209-216.

³¹⁶ SAMSÓ (2003a), pp. 346-347.

5.- Análisis metálico de las piezas del astrolabio

Las primeras pruebas se realizaron en 1987 mediante la técnica de fluorescencia de rayos X por el Research Laboratory for Archeology and the History of Art de Oxford. Los resultados mostraron la ausencia de metales del tipo del tungsteno, cromo o vanadio que delatarían el uso, en su ejecución, de herramientas posteriores al siglo XVIII. Los márgenes de error de esas medidas y la continuación de los debates sobre la autenticidad del astrolabio llevaron al CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) en su centro de Orleans a someter a las distintas partes del astrolabio a una nueva batería de pruebas a partir de 1990, esta vez usando técnicas nucleares cuyos márgenes de error son despreciables.³¹⁷ Las nuevas pruebas confirmaron los datos de 1987 respecto a la composición de las aleaciones y sobre todo descartaron definitivamente que el astrolabio fuera una falsificación. Los resultados del análisis metálico en porcentaje de peso de cada metal de la aleación de latón y en cada parte del astrolabio son:³¹⁸

Pieza	% Cu	%Zn	% Sn	% Pb	% Fe
<i>Madre</i>	79,4	17,3	2,49	0,12	0,54
<i>Lámina 1</i>	79,6	17,4	2,26	0,16	0,54
<i>Lámina 2</i>	81,1	15,6	2,59	0,12	0,51
<i>Araña</i>	80,7	15,9	2,61	0,21	0,55
<i>Alidada</i>	66,5	32	0,003	1,28	0,12
<i>Clavo</i>	69,5	27	0,07	2,86	0,33
<i>Caballote</i>	66,4	31,6	0,008	1,77	0,15

Los resultados muestran aleaciones similares pero no idénticas en las piezas principales, lo habitual en una metalurgia del latón manual, no industrial, como la medieval. La *alidada* tiene distinta composición como la tienen también la *regleta frontal* y el *clavo* (no se incluyen en la tabla) que deben ser adiciones posteriores.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

BEAUJOUAN (1995), pp. 439-450; BEAUJOUAN (1972), pp. 659-660; BORRELLI (2008) pp. 76-77, 106-107, 137-139, 154-157; DE GRAEVE (1995), pp. 209-216; DESTOMBES (1962), pp. 1-45; D'HOLLANDER (1995), pp. 405-419; GRATUZE y BARRANDON (1995), pp. 433-438; JACQUART (2000), p. 242; JACQUART (2001), p. 206; KING (1995a), pp. 359-404; KING (2004), pp. 173-184; KING (2011a) p. 3 (apartado 6.1.1); KUNITZSCH y DEKKER (1996), pp. 656-672; MUNDÓ (1995), pp. 303-322; POULLE (1995), pp. 227-237; SAMSÓ (1995), pp. 239-251; SAMSÓ (2003a), pp. 345-353; SAMSÓ (2004a), pp. 301-305; STAUTZ (1997), pp. 84-85 y 243; STEVENS (1995a), pp. 2-3; STEVENS (1995b), pp. 253-301; TURNER (1995), pp. 191-207; TURNER-G (1995), pp. 421-432; YZQUIERDO (1998a), p. 59.

³¹⁷ GRATUZE y BARRANDON (1995), pp. 433-438. En concreto se sometió a todas las piezas a las siguientes técnicas: 1) Técnica PIXE: Proton Induced X-ray Emission (medida de la emisión de rayos X inducida por protones); 2) Técnica PAA: Proton Activation Analysis (análisis mediante activación protónica); 3) Técnica FNA: Fast Neutron Activation Analysis (análisis mediante la activación de neutrones rápidos en un ciclotrón).

³¹⁸ Sólo se indican los metales más importantes: Cu (cobre), Zn (zinc), Sn (estaño), Pb (plomo) y Fe (hierro).

C2: Astrolabio de climas Museo de Historia de la Ciencia de Oxford

ICN / International Instrument Checklist Number = #166

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Reinos Hispanos? ¿Italia? Fecha atribuida: ca. 1000-1200 Material: Latón Diámetro: 18 cm Altura: 19,3 cm Espesor: 0,66 cm Peso = 1084 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: gótica Inscripciones numéricas en cifras occidentales: <i>madre, dorso y láminas</i> Inscripciones alfabéticas en latín: <i>en dorso, araña y láminas</i> Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre, araña, 5 láminas, alidada, clavo, caballete, trono, sistema de suspensión y regleta frontal.</i></p>		
<p>Conservado en: Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 43504)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado completo y con todas sus inscripciones en latín. La historiografía no es unánime en cuanto a la atribución de taller. Mientras que la ficha del Museo de Historia de la Ciencia de Oxford indica como más probable su origen hispano aunque con un interrogante, Robert Gunther propuso en 1932 una probable manufactura italiana porque el coleccionista británico Lewis Evans lo compró en Venecia en 1899 y consideró lombarda la grafía de sus *láminas*. Derek Price lo etiquetó en 1955 como “gótico-morisco” y David King indicó posible origen italiano, en su listado de astrolabios latinos, pero con un interrogante también. Por último en la ficha de la web del proyecto EPACT vuelve a aparecer el término “hispano-morisco” mientras que Arianna Borrelli destaca que la grafía es lombarda pero no cita ni aporta estudio paleográfico, parece simplemente hacerse eco de la afirmación de Gunther.³¹⁹ Algunas similitudes formales entre la *araña* de este astrolabio y la del astrolabio Destombes (ficha C1) invitan a considerar una posible atribución a taller hispano aunque manteniendo los interrogantes. El tipo de grafía no difiere de la de otros

³¹⁹ GUNTHER (1932), p. 316; PRICE (1955), p. 250; KING (2011) p. 3 (apartado 6.1.9); BORRELLI (2008), pp. 208-209; EPACT (European Project Electronic catalogue of medieval and renaissance scientific instruments from four European museums), Astrolabe 79. <http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=89739>.

astrolabios latinos medievales y, a salvo de precisiones que pudieran hacer en el futuro especialistas en paleografía latina, no parecen favorecer ni a taller hispano ni a italiano, aunque no parece necesario extender la posible atribución a otros territorios europeos.

Los debates sobre atribución de fecha los inició Robert Gunther, fijándola en *ca.* 1350, mientras que Derek Price la adelantó a *ca.* 1260 sugiriendo un regrabado en *ca.* 1400. La



atribución en *ca.* 1260 se ha mantenido hasta la actualidad, aunque sin aportar otras evidencias que los datos historiográficos consignados.³²⁰ Conviene reflexionar sobre esta datación en base a tres aspectos: la similitud formal de la *araña* con la del astrolabio Destombes (ficha C1), cuya datación a finales del siglo X es ya unánimemente aceptada, el hecho de que las *láminas* presenten sus proyecciones estereográficas dedicadas a los climas ptolemaicos y el error en la grabación del *cuadrado de sombras* en el *dorso*.³²¹ Estas características invitan a proponer una datación temprana, entre los

años 1000 y 1200 y más vinculada a la traducción de textos que tuvo lugar en el valle del Ebro que a los referentes de la producción astrolabista andalusí más proclive a precisar las ciudades concretas asociadas a la latitud.³²² La grabación incompleta y errónea de un doble *cuadrado de sombras* en el dorso con una técnica poco incisa, como insegura, invita a suponer que se intentó copiar ese elemento tan característico de los astrolabios andalusíes.

El astrolabio es de latón y sirve a siete latitudes (comprendidas entre los 12° y los 48°, correspondientes a los climas ptolemaicos), mediante tres *láminas* grabadas por ambas caras, una sólo por una cara y una en blanco. Su *araña*, sencilla, asimétrica y con pocos punteros estelares, no tiene referentes andalusíes sino de la *araña* del astrolabio Destombes (ficha C1). La ausencia de nombres grabados en los punteros, que sufre el astrolabio Destombes por falta de espacio, se ha resuelto aquí ensanchando las lengüetas de los punteros para ubicar en ellas los nombres de las estrellas, en lugar de hacerlo en las bases de los mismos que es la solución más habitual en la producción medieval andalusí e hispana. Su banda equinoccial se interrumpe

³²⁰ GUNTHER (1932), p. 340, PRICE (1955), p. 250.

³²¹ MARTÍ y VILADRICH (1981), p. 119. Las bandas de latitud, en valores redondeados, de los siete *climas* de Ptolomeo son: Clima 1 (0° a 16°), Clima 2 (16° a 24°), Clima 3 (24° a 30°), Clima 4 (30° a 36°), Clima 5 (36° a 41°), Clima 6 (41° a 45°) y Clima 7 (45° a 48°).

³²² A partir del s. XI los astrolabios andalusíes y los islámicos en general dejaron de incorporar las latitudes de los *climas* de Ptolomeo en sus *láminas*, optando por ofrecer latitudes concretas de ciudades relevantes para el comitente del instrumento. No obstante, el valor de la latitud más alta de la banda correspondiente a cada uno de los 7 climas, a saber 16°, 24°, 30°, 36°, 41°, 45° y 48°, aparecen en muchos astrolabios medievales; Sobre la importante actividad de traducción de textos del árabe al latín que tuvo lugar en la Escuela de Traductores del Valle del Ebro ver SAMSO (2004b), pp. 269-296.

sólo en dos puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal, algo también poco frecuente. En cuanto a la banda solsticial, cuenta con un pequeño fragmento entre la banda ecuatorial y la exterior de Capricornio, algo que no presentan los astrolabios andalusíes.

Presenta una grafía gótica homogénea, incisa y con uso exclusivo de letras mayúsculas. La ejecución caligráfica es muy cuidada en el *dorso* y algo menos en las breves inscripciones de las *láminas*.








2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta muy escasa decoración. La *araña* es asimétrica y sus punteros son muy sencillos, de borde liso o lobulado, con despliegues levemente curvos y poco estilizados pues se utiliza su anchura para inscribir el nombre de la estrella. Dos pequeños semicírculos a ambos extremos de la banda ecuatorial y un elemento geométrico en las dos conexiones laterales entre la eclíptica y el círculo exterior, son las únicas concesiones decorativas de este ejemplo claro del gusto por la austeridad en la producción astrolabista latina temprana.

La banda equinoccial se interrumpe en dos puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y de la banda solsticial sólo se incluye un pequeño fragmento entre la banda ecuatorial y el círculo externo de Capricornio.

El *trono* es circular, de borde acanalado y tan pequeño en tamaño que no se ve ni por el frente ni por el dorso y queda prácticamente cubierto por la abrazadera que fija el *asa* que, en este caso, no sujeta ninguna *anilla*.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la <i>araña</i>				
	Puntero con un borde lobulado y el otro liso, sin base	Puntero con los dos bordes lisos sobre base bilobulada	Puntero con los dos bordes lisos, sin base	Puntero con los dos bordes lobulados, sin base
Adornos en la <i>araña</i>			<i>Trono</i>	
	Elemento semicircular en un extremo de la banda ecuatorial	Elemento geométrico en escalón		Vista frontal y lateral del trono circular con borde acanalado y prácticamente cubierto por la abrazadera que sujeta el <i>asa</i> .

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 180 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 6,6 mm de espesor y 10,5 mm de anchura. La *corona* lleva grabada una escala graduada de 0° a 360° con los valores numéricos rotulados cada 5° y marcas de subdivisión cada 1°. El peso

total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 451 gramos. El fondo de la *madre*, de 159 mm de diámetro está inacabado pues sólo lleva grabados los círculos de Cáncer y del ecuador que son los dos primeros que se dibujan al realizar una proyección estereográfica sobre el plano del ecuador.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta cuatro escalas de 0° a 90° rotuladas cada 5° y con el valor 0° en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 5° pero sin marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco se graban con su nombre completo, o mínimamente abreviado, y además se separan sus letras para que se cubra todo el espacio asignado a dicho signo. Las inscripciones son: ARIE S, TAV RVS, GE MINI, CANCER, LE O, VIR GO, LIBRA, SCOR PIO, SAGITARI', CAPRICORN', AQVARI', PISCES.

Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero debía tener marcados los días de cada mes pero ha perdido la escala y está en blanco. El segundo lleva rotulados los nombres de los meses también abreviados aunque hay espacio para que se hubieran grabado completos. Las inscripciones son: IANVARI', FEBRVARI', MARTI9, APRIL, MADIV', IVNIV', IVLIV', AGVSTVS, SETEMB', OCTVB', NOVEMB', DECEMB'. Se utilizan las habituales sustituciones de una o más letras de la terminación por un símbolo parecido a una comilla o a un >.

No se puede fijar en este calendario el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, por la ausencia de la escala de los días del mes.

En la mitad superior del espacio central del *dorso* se ha grabado muy levemente un doble *cuadrado de sombras* graduado en doce partes tanto en la escala horizontal como en las dos verticales, pero los números rotulados de dos en dos (2, 4, 6, 8, 10, 12) se han ubicado en la parte inferior del espacio central del *dorso* que es donde deberían haber estado también las escalas y no colocadas en la mitad superior. Este error de separar las escalas de sus valores rotulados sólo puede deberse a un desconocimiento de lo que es y para lo que sirve un *cuadrado de sombras* y es un elemento más para apoyar la datación temprana del astrolabio, cuando esta estructura concreta, típicamente andalusí, era aún poco conocida en territorio cristiano.

- *Araña*: tiene un diámetro de 159 mm, un grosor de 2,3 mm y pesa 88 gramos. Presenta una estructura asimétrica respecto al diámetro vertical en lo que se refiere a la ubicación de los punteros estelares. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco con nombres idénticos a los grabados en el *dorso* excepto Tauro y Cáncer que se abrevian por falta de espacio: TAVR' y CANC. Se completa el anillo de la eclíptica con una escala graduada de 3 en 3 grados pero sin números rotulados, que asigna 30° a cada signo.

La banda equinoccial se interrumpe en dos puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y, sin embargo, no lo hace en el centro, algo poco frecuente. En cuanto a la banda solsticial, cuenta con un pequeño fragmento entre la banda ecuatorial y la banda exterior de Capricornio.

Dicha banda, la más externa de la *araña*, lleva grabada una escala de 5° en 5° pero sin valores rotulados. La banda de Capricornio no necesita de ninguna escala pues, al colocarse en el astrolabio, ya tiene a su lado la escala de la *corona* de la *madre* y por tanto ubicar otra en la *araña* es redundante. Parece como si esta “escala fantasma” no fuera sino una ayuda a la construcción y jugara un papel similar al de las marcas de taller que se encuentran en los reversos de las *arañas* de otros astrolabios de datación posterior. Es de nuevo una anomalía sólo explicable si se atribuye una datación temprana a este astrolabio.

Presenta un total de 18 punteros estelares de los cuales 8 están fuera del círculo de la eclíptica y 10 dentro. Uno de los punteros, el correspondiente a la estrella Vega, no lleva inscripción y todos los demás la llevan dentro del propio cuerpo del puntero, no en su base de anclaje. Esta es otra característica infrecuente en la producción medieval andalusí e hispana. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):³²³

Nº	Inscripción en latín ³²⁴	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	PANCAN TOX	Baten Kaitos	ζ Cet
2	ALGOZ	Algol	β Per
3	REGEL	Rigel	β Ori
4	ALhAIOT	Capella	α Aur
5	MALEXIE	Betelgeuse	α Ori
6	ALGOZE	Procyon	α CMi
7	ADIRAAhM	Minchar	σ Hya
8	CALBALA CEDA	Regulus	α Leo
9	ALGARAC	Gienah Corvi	γ Crv
11	ALRAMECh	Arturo	α Boo
10	ALChIMECh	Azimech ó Spica	α Vir
12	ELFECA	Alphecca	α CrB
13	ALhAVNI	Ras Alhage	α Oph
14	Sin inscripción. (Se indica la estrella por su posición)	Vega	α Lyr
15	ALTAhIR	Altair	α Aql
16	DELFIN	Deneb Dulfín	ε Del
17	ALFERAT	Alpheratz	α And
18	BÑB CATO ITOX	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* no conserva marcas de los diámetros ni de los círculos estructurales.

³²³ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

³²⁴ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculas, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

- *Láminas*: tiene cinco *láminas*, tres grabadas por ambas caras, una sólo por una cara y la última en blanco. En total sirven a 7 latitudes que se corresponden con los siete climas ptolemaicos, algo más ligado a la traducción de los textos de Ptolomeo y al uso académico del instrumento que a un uso práctico.³²⁵ De los siete climas, sólo dos, el cuarto y el quinto cubren la península Ibérica y por tanto sólo habría una *lámina* de este astrolabio, por sus dos caras, de uso en territorio hispano. Las proyecciones estereográficas de los climas 4, 5, y 6 tienen 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 72 curvas azimutales separadas cada 5 grados y las *láminas* se completan con las 12 curvas de las *horas desiguales* rotuladas en numeración indoarábica occidental e incluyen la curva crepusculina cuyos extremos se ubican en las horas 2ª y 11ª. Las proyecciones estereográficas de los climas 1, 2 y 3 tienen 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y sólo la del clima 1 tiene 36 curvas azimutales separadas cada 10 grados y las 12 curvas de las *horas desiguales* pero sin rotular. Las demás carecen de curvas azimutales y de *horas desiguales*. El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en latín y traducción	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
1	1a	CLIA' 1 LAT' 12 (Clima 1, latitud 12°)	De latitud con proyección estereográfica en cara "a". Iniciada pero incompleta en cara "b" Diámetro= 159 mm; Espesor = 0,7 mm; Peso = 95 gr
	1b	No hay inscripción	
2	2a	CLIA' 2 LAT' 24 (Clima 2, latitud 24°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 159 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 116 gr
	2b	CLIA' 3 LAT' 30 (Clima 3, latitud 30°)	
3	3a	CLIA' 4 LAT' 36 (Clima 4, latitud 36°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 159 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 95 gr
	3b	CLIA' 5 LAT' 41 (Clima 5, latitud 41°)	
4	4a	CLIA' 6 LAT' 45 (Clima 6, latitud 45°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 159 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 92 gr
	4b	CLIA 7 LAT 48 (Clima 7, latitud 48°)	
5	5a	En blanco	En blanco Diámetro= 159 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 104 gr
	5b	En blanco	

La única *lámina* cuya latitud corresponde a reinos hispanos es la 3 con latitud 36° por una cara y 41° por la otra pero en este caso no es relevante este dato ya que esas *láminas* se han diseñado para los climas y no pensando en latitudes de ciudades concretas.

- *Trono*: es circular, apenas visible y con el canto acanalado formando una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura es de 13 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 10°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone sólo el *asa* en forma de Ω . Carece de *anilla* circular.

³²⁵ MARTÍ y VILADRICH (1981), p. 119. Las bandas de latitud, en valores redondeados, de los siete *climas* de Ptolomeo son: Clima 1 (0° a 16°), Clima 2 (16° a 24°), Clima 3 (24° a 30°), Clima 4 (30° a 36°), Clima 5 (36° a 41°), Clima 6 (41° a 45°) y Clima 7 (45° a 48°).

- *Alidada*: tiene 167 mm de longitud, 6 mm de anchura y un peso de 25 gramos. Tiene un quiebro central que la divide en dos segmentos y conserva sólo una de sus dos pínulas.
- *Clavo y caballete*: *clavo* y *caballete* de 6 y 2 gr. respectivamente son adiciones posteriores.
- *Regleta frontal*: su longitud es 88 mm, su peso 10 gramos y consta de un solo brazo.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Está documentada la compra del astrolabio por Lewis Evans en Venecia en 1899 y lo donó en 1924 al Museo de Historia de la Ciencia de Oxford junto a otros muchos instrumentos científicos.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

BORRELLI (2008), pp. 208-209; GUNTHER (1932), pp. 316-317; KING (1995a), pp. 386 Fig. 10 y 390; KING (2011a) p. 3 (apartado 6.1.9); PRICE (1955), pp. 250 y 262; STAUTZ (1997), pp. 84-85 y 244.

Catálogos on-line:



EPACT (*European Project Electronic catalogue of medieval and renaissance scientific instruments from four European museums*), Astrolabe 79.

<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=89739>. (Última consulta 10/01/2017).

Museum of the History of Science “Ficha del astrolabio nº de inventario 43504”. http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=231.html (Última consulta 10/01/2017).

C3: Astrolabio pequeño en el M^o de H^a de la Ciencia de Oxford

ICN / International Instrument Checklist Number = #300

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Reinos Hispanos? Fecha atribuida: ca. 1000-1200</p> <hr/> <p>Material: Latón Diámetro: 8,4 cm Altura: 9 cm Espesor: --- cm Peso = --- gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafía: gótica Inscripciones numéricas en cifras occidentales: láminas Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>dorso</i>, <i>araña</i> y <i>láminas</i> Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p style="text-align: center;">Elementos: <i>Madre, araña, 4 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión</i></p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 49033)</p>		

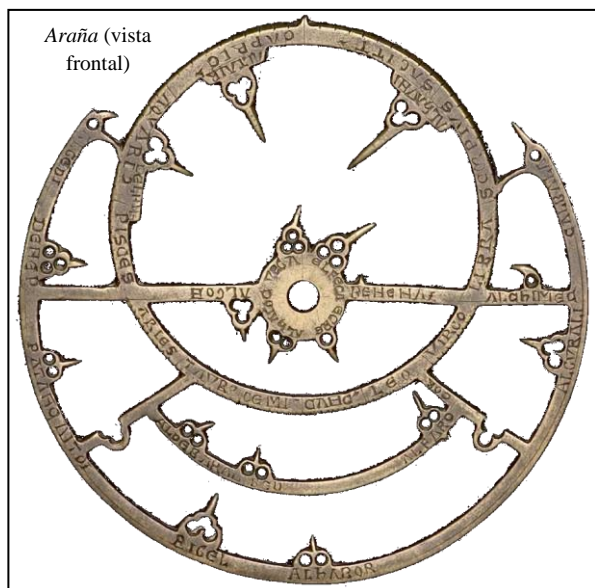
1.- Aspectos generales³²⁶

Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado completo, con sus inscripciones alfabéticas en latín pero inacabado, pues faltan las inscripciones numéricas en las escalas del *dorso* y en las *láminas*. La historiografía no es unánime en cuanto a la atribución de taller. Mientras que la ficha del Museo de Historia de la Ciencia de Oxford indica como más probable su origen hispano aunque con un interrogante, Robert Gunther propuso en 1932 una probable manufactura inglesa mientras que Derek Price lo etiquetó en 1955 como “gótico-morisco”. David King indicó posible origen inglés o francés en su listado de astrolabios latinos y por último en la ficha de la web del proyecto EPACT vuelve a aparecer el término “hispano-morisco”.³²⁷ En lo que respecta a la datación, Gunther lo data en el siglo XIV, King lo retrasa a los siglos XII-XIII y en la ficha de EPACT se opta por *ca.* 1260.

³²⁶ Este astrolabio no se ha podido estudiar por causas involuntarias. El contenido de la ficha se ha obtenido del estudio del excelente conjunto de fotografías disponible en la web del Museo de Historia de la Ciencia de Oxford y de la escasa información contenida en la bibliografía reseñada al final.

³²⁷ GUNTHER (1932), p. 477; PRICE (1955), p. 250; KING (2011a) p. 3 (apartado 6.1.6); EPACT (European Project Electronic catalogue of medieval and renaissance scientific instruments from four European museums), Astrolabe 64. <http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=31206>.

A la vista del diseño retardatario de la *araña*, con escaso número de punteros y de optar por unas latitudes en las *láminas* que responden en su mayoría a las de los climas ptolemaicos, además de la presencia en el *dorso* de un conjunto de escalas sin terminar para ubicar un calendario perpetuo del estilo de los presentes en los astrolabios taifas andalusíes, se propone



una atribución a los reinos cristianos hispanos y una datación temprana entre 1000 y 1200. También resulta plausible la vinculación de este astrolabio a la actividad traductora de textos del árabe al latín que tuvo lugar en el valle del Ebro.³²⁸ A favor de esa datación y de taller hispano se encuentra también la similitud de los punteros de la *araña* con algunos de los del astrolabio de Muḥammad ibn Saʿīd al-Ṣabbān al-Saraqusṭī fechado en 1073 y realizado posiblemente en Zaragoza (ficha A9).

Es de latón de dos colores, uno más oscuro en la *araña* y otro más dorado en el resto de piezas, Sirve a nueve latitudes (comprendidas entre los 24° y los 60° norte), las ocho de las cuatro *láminas* grabadas por ambas caras y la del fondo de la *madre*. De esas nueve latitudes, seis corresponden a *climas* ptolemaicos.³²⁹ En su *dorso* se ubican el *calendario zodiacal* identificativo de los astrolabios andalusíes y un *cuadrado de sombras* sin inscripciones y los círculos necesarios para grabar un calendario perpetuo pero sin terminar. La banda equinoccial de la *araña* no presenta puntos de discontinuidad en su despliegue lineal que es también un elemento retardatario y de referencias abasíes.

Presenta dos tipos de grafía gótica, ambas de letras mayúsculas, una poco incisa y una ejecución caligráfica algo descuidada en la *araña* y otra incisa y de buena ejecución en el *dorso*.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta escasa decoración. La *araña* tiene un color más oscuro que el resto de las piezas y la superposición genera un efecto bicromático interesante³³⁰. Es asimétrica y sus punteros son sencillos, de base lobulada con orificios y punta recta, similares a algunos de los del astrolabio de Muḥammad ibn Saʿīd al-Ṣabbān al-Saraqusṭī fechado en 1073 (ficha A9) y realizado posiblemente en Zaragoza. También son similares los punteros a los del astrolabio Destombes (ficha C1) pero con las bases horadadas, siguiendo los diseños de los punteros






³²⁸ Sobre la importante actividad de traducción de textos del árabe al latín que tuvo lugar en la Escuela de Traductores del Valle del Ebro ver SAMSÓ (2004b), pp. 269-296.

³²⁹ MARTÍ y VILADRIKH (1981), p. 119. Las bandas de latitud, en valores redondeados, de los siete *climas* de Ptolomeo son: Clima 1 (0° a 16°), Clima 2 (16° a 24°), Clima 3 (24° a 30°), Clima 4 (30° a 36°), Clima 5 (36° a 41°), Clima 6 (41° a 45°) y Clima 7 (45° a 48°).

³³⁰ Sería interesante que el Museo de Historia de la Ciencia de Oxford realizara un análisis de la composición de las aleaciones que confirman cada pieza.

andalusíes.³³¹ Cuenta sólo con dos elementos decorativos a modo de arcos con el intradós lobulado parecidos a trífolio abierto por debajo, ubicados en la tira que une la banda ecuatorial con la anilla exterior, la que representa el círculo de Capricornio. La banda equinoccial no tiene puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y no hay ningún fragmento de la banda solsticial. El *trono* es muy pequeño, de forma lobulada y es apenas visible, muy similar al del astrolabio Destombes (ficha C1).

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Puntero de base lobulada y tres orificios, rematado en punta recta	Puntero de base rectangular y dos orificios, rematado en punta recta	Puntero de base lobulada y un orificio, rematado en punta curvada
Adorno de la araña		Trono	
	Arco de intradós trilobulado o trífolio abierto		Forma acampanada y borde lobulado. Apenas visible

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 84 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* y 4 mm de anchura graduada de 0° a 360°, con divisiones cada 6° y subdivisiones cada 2°, pero los valores numéricos no están rotulados. El fondo de la *madre*, de 71 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* con 18 curvas almicantares, separadas de 5 en 5 grados y 36 azimutales, separadas de 10 en 10 grados pero sin ningún valor numérico rotulado. En su parte central lleva la inscripción LAT 24 que indica su uso para una latitud de 24° correspondiente al segundo *clima* ptolemaico. También puede interpretarse esta latitud como evocadora de la ciudad de Medina, pilar simbólico del Islam, que aparece con esta latitud de 24°, o con la de 25°, en la gran mayoría de los astrolabios andalusíes que sirvieron de modelo a estos latinos tempranos.

En su mitad inferior están grabadas las doce curvas de las *horas temporales o desiguales*, también sin rotular.

- *Dorso*: su corona exterior está graduada en 360° con divisiones de seis en seis grados pero sin los valores numéricos rotulados. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero corresponde a la escala de los grados con una asignación de 30° a cada signo, subdivididos de 2 en 2 grados pero sin los valores numéricos rotulados. El anillo siguiente lleva los nombres de los signos del zodiaco con su nombre completo o abreviado, en letras mayúsculas, como sigue: ARIES, TAVR9, GEMIN, CANC/, LEO, VIRGO, LIBRA, SCORPI9,

³³¹ KING (1995a), p. 370 y fig. 12.

SAGITTA9, CAPRICORN9, AQWARIVS, PISCES. Cuatro de los signos terminan en “9”, una abreviatura usual en la Edad Media para la terminación “us”.³³²

Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero tiene marcados los días de cada mes con divisiones cada dos días pero sin los valores numéricos rotulados. Después está el de los nombres de los meses, todos escritos en mayúscula y mayoritariamente abreviados, figurando así: IANVA9, FEBR9, MARCI9, APRIL/, MAI9, IVNI9, IVLI9, AVGTVS, SEPTEB, OCTOB/, NOVEB’, DECEB’. El punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

Más al interior, en torno al orificio central, un conjunto de cuatro coronas concéntricas graduadas deberían haber ubicado un *calendario perpetuo*, al estilo de los que figuran en los astrolabios taifas y almohades andalusíes (ver punto 4.5.2.6) pero al estar sin rotular son completamente inútiles. Otra prueba de que el astrolabio está inacabado.

En la mitad inferior está grabado un doble *cuadrado de las sombras* graduado en doce partes tanto en la escala vertical como horizontal pero sin su rotulación numérica ni alfabética.

- *Araña*: ya se ha indicado la muy evidente diferencia de color respecto al resto de piezas del astrolabio que invitan a considerarla ajena a él si estuviéramos ante un proceso ordenado de construcción de un instrumento. Pero al encontrarnos en las fases tempranas de fabricación de astrolabios en los reinos cristianos caracterizadas por la copia, prueba y error, cada paso conseguido tiene un gran valor.

La *araña* tiene un diseño asimétrico en cuanto a la posición de los punteros estelares. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco en mayúsculas, seis de ellos con sus nombres abreviados y terminados con un signo sustitutivo de las letras elididas: ARIES, TAVR9, GEMI/ , CANC/ , LEO , VIRGO , LIBRA , SCORPIVS , SAGITT> , CAPRIC> , AQVARI9 , PISCES. La banda equinoccial no tiene puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, aspecto este claramente retardatario.

Presenta un total de 21 punteros estelares, de los cuales 9 están dentro del círculo de la eclíptica y 12 fuera. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta).³³³

Nº	Inscripción en latín ³³⁴	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	PATANQAITOZ	Baten Kaitos	ζ Cet
2	ALGOL	Algol	β Per
3	ALDEBARAN	Aldebarán	α Tau
4	ALHAIOC	Capella	α Aur

³³² CAPELLI (1912), p. 25.

³³³ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

³³⁴ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculos, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en latín ³³⁴	Nombre actual de la estrella	Identificación
5	RIGEL	Rigel	β Ori
6	BGU	Betelgeuse	α Ori
7	ALHABOR	Sirio	α CMa
8	ECRE	Talitha Borealis	ι UMa
9	ALFARD	Alfard	α Hya
10	COR	Regulus	α Leo
12	BENENAZ	Alkaid	η UMa
11	ALGURALI	Gienah Corvi	γ Crv
13	ALCHIMEC	Azimech ó Spica	α Vir
14	ELFECA	Alphecca	α CrB
15	CALBALA	Antares	α Sco
16	ALHAVNI	Ras Alhage	α Oph
17	VEGA	Vega	α Lyr
18	ALTAIR	Altair	α Aql
20	DELFIN	Deneb Dulfín	ϵ Del
19	ALGEDI	Deneb Algedi	δ Cap
21	DENEP	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* conserva algunas marcas de los diámetros y los círculos estructurales.

- *Láminas*: tiene cuatro *láminas* grabadas por ambas caras, sirviendo a un total de ocho latitudes que junto con la grabada en el fondo de la *madre* cubren seis de los siete climas ptolemaicos, algo más ligado a la traducción de los textos de Ptolomeo y al uso académico del instrumento que a un uso práctico y tres latitudes adicionales de territorios del norte de Europa.³³⁵ Las *láminas* tienen grabadas 18 curvas almlicantares separadas de 5 en 5 grados y 36 azimutales separadas de 10 en 10 grados sin ningún valor rotulado. La calidad de grabación de las curvas es irregular, algunas están duplicadas o en posiciones. Se completan con las 12 curvas de las *horas desiguales* sin rotulación de sus valores. El tipo de *lámina* y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción en latín	Tipo de lámina
1	1a	LAT 30	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	1b	LAT 35	
2	2a	LAT 40	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	2b	LAT 45	
	3a	LAT 48	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras

³³⁵ Este astrolabio incorpora cuatro de las latitudes correspondientes a *climas* ptolemaicos, concretamente las de 24°, 30°, 45° y 48°, correspondientes a los *climas* 2°, 3°, 6° y 7° respectivamente. A partir del s. XI los astrolabios andalusíes y los islámicos en general dejaron de incorporar las latitudes de los *climas* de Ptolomeo en sus *láminas*, optando por ofrecer latitudes concretas de ciudades relevantes para el comitente del instrumento. No obstante, los valores de la latitud más alta para cada uno de los 7 climas, a saber 16°, 24°, 30°, 36°, 41°, 45° y 48°, aparecen en muchos astrolabios medievales como el caso que nos ocupa.

Lám.	Cara	Inscripción en latín	Tipo de lámina
3	3b	LAT 52	
4	4a	LAT 55	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras
	4b	LAT 60	

Estas *láminas* se han diseñado para las latitudes de los climas exceptuando los valores altos (52°, 55° y 60°) que pueden haberse elegido para cubrir un buen rango de latitudes con fines didácticos o de prueba, o bien, como consideró, por ejemplo, Gunther puede tratarse de la evidencia de un origen inglés por ser 52° la latitud de Londres y Oxford.

- *Trono*: es de dimensiones reducidas con borde lobulado y el arco de su base abarca un ángulo de 12°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone sólo un *asa* pues carece de anilla.
- *Alidada*: presenta un quiebro central y conserva las dos pínulas.
- *Clavo y caballete*: no hay información sobre ellos aunque el *caballete* parece ser decorativo, quizá una adición posterior.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio perteneció a la colección de Sir John Findlay (1866-1930), un empresario escocés propietario de un periódico y que poseyó una de las mejores colecciones de instrumentos científicos. En 1961 salió a la venta en Sotheby's y fue adquirido por el Museo Británico.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GUNTHER (1932), pp. 477-478; KING (1995a), p. 370 y fig. 12; KING (2011a) p. 3 (apartado 6.1.6); PRICE (1955), pp. 250 y 262; STAUTZ (1997), pp. 86 y 246;

Catálogos on-line:


EPACT (European Project: Electronic Catalogue of Medieval and Renaissance Scientific Instruments from four European Museums), Astrolabe 64.
<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=31206> (Última consulta 10/01/2014).

Museum of the History of Science Oxford. Astrolabe Registration number 49033.

http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=179.html. (Última consulta el día 10/01/2014).

C4: Astrolabio hispano de climas en el British Museum

ICN / International Instrument Checklist Number = #161

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Reinos Hispanos? Fecha atribuida: ca. 1000-1200</p> <p>Material: Latón Diámetro: 11,4 cm Altura: 12,8 cm Espesor: 0,57 cm Peso = 305 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: gótica</p> <p>Inscripciones numéricas en cifras occidentales: <i>madre, dorso y láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>dorso y araña</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre, araña, 3 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión</i></p>		
<p>Conservado en: Museo Británico (nº inv. 1961,120.1)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado completo, con sus inscripciones alfabéticas en latín pero inacabado, pues no están rotulados los nombres de las estrellas en los punteros de la *araña* como también le ocurre al astrolabio Destombes (ficha C1) cuya datación a finales del siglo X es ya unánimemente aceptada. La historiografía no es unánime en cuanto a la atribución de taller. La ficha del Museo Británico considera más probable un taller hispano por su proximidad a la tipología del astrolabio andalusí y le atribuye una datación entre los siglos XIII y XIV pero sin aportar ninguna razón así lo recoge también la ficha de Silke Ackerman en la web del proyecto EPACT.³³⁶ David King no aventura ningún posible origen, sencillamente lo considera europeo y no indica rango de fechas, sólo que el astrolabio es “temprano”.³³⁷

Observando sus *láminas* se vuelve a repetir el patrón de dedicarlas a las latitudes de los climas ptolemaicos (ver ficha C2) por lo que se pueden vincular a la actividad traductora de

³³⁶ EPACT (European Project Electronic catalogue of medieval and renaissance scientific instruments from four European museums), Astrolabe 50.

<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=67529&Level=Detail>

³³⁷ KING (2011a), p. 3 (apartado 6.1.2).

textos del árabe al latín que tuvo lugar en el valle del Ebro.³³⁸ El diseño de su *araña* y la forma de su *trono* lo acercan a la producción andalusí taifa y almohade aunque con un número escaso de punteros estelares. Por todas estas razones se propone atribuir al astrolabio origen hispano y



Araña (vista frontal)

una fecha temprana, comprendida entre 1000 y 1200, si bien conviene reseñar que Robert Gunther lo fechó en el siglo XIV y Derek Price en *ca.* 1195.³³⁹

Es de latón, y sirve a las siete latitudes de los climas ptolemaicos (comprendidas entre los 15° y los 48° norte), con tres *láminas* grabadas por ambas caras y una más en el fondo de la *madre*.³⁴⁰ En su *dorso* se ubican el *calendario zodiacal* identificativo de los astrolabios andalusíes y un *cuadrado de sombras* apenas esbozado, incompleto con un retallado de un cuadrante horario universal

sobre él, poco inciso y también incompleto. La banda equinoccial de la *araña* presenta un solo punto de discontinuidad en su despliegue lineal ubicado en el centro, idéntico al que tiene el astrolabio andalusí más antiguo que nos ha llegado dibujado en pergamino (ficha A1), otra prueba de la relación de este astrolabio con la actividad traductora hispana.

Presenta una grafía gótica homogénea, incisa y con uso exclusivo de letras mayúsculas en una ejecución caligráfica cuidada.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta escasa decoración. La *araña* es asimétrica y sus punteros son sencillos, de base lobulada con pequeños orificios y punta recta en una forma que Sabiha al Khemir considera similar a la llama de una vela.³⁴¹ No cuenta con ningún elemento decorativo adicional, a tono con el gusto por la austeridad en la producción astrolabista latina temprana. La banda equinoccial presenta un solo punto de discontinuidad en su despliegue lineal ubicado en el centro, idéntico al que tiene el astrolabio andalusí más antiguo que nos ha llegado dibujado en pergamino (ficha A1) y un astrolabio latino que pudo ser contemporáneo a este (ficha C3). Sólo hay un pequeño fragmento de la banda solsticial entre el círculo polar central y la eclíptica.


El *trono* tiene forma triangular acampanada con borde festoneado y sin ninguna otra decoración. Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

³³⁸ Sobre la importante actividad de traducción de textos del árabe al latín que tuvo lugar en la Escuela de Traductores del Valle del Ebro ver SAMSÓ (2004b), pp. 269-296.

³³⁹ Tanto las dataciones de Gunther como las de Price (ref. GUNTHER (1932), p. 306; PRICE (1955), p. 250).

³⁴⁰ MARTÍ y VILADRIKH (1981), p. 119. Las bandas de latitud, en valores redondeados, de los siete *climas* de Ptolomeo son: Clima 1 (0° a 16°), Clima 2 (16° a 24°), Clima 3 (24° a 30°), Clima 4 (30° a 36°), Clima 5 (36° a 41°), Clima 6 (41° a 45°) y Clima 7 (45° a 48°).

³⁴¹ AL KHEMIR (2013), p. 213.

Punteros de la araña		
	Puntero de base lobulada con cuatro marcas circulares incisas, rematado en punta recta y apoyado en un rectángulo.	Puntero de base lobulada con cinco marcas circulares incisas rematado en punta recta
Trono		
	Forma triangular acampanada con borde festoneado.	

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 114 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* de 5,8 mm de espesor y 8,3 mm de anchura. La *corona* lleva grabada una escala graduada de 0° a 360° rotulada en cuatro cuadrantes de 0° a 90° cada uno, con los valores numéricos indicados de cinco en cinco grados y marcas de subdivisión cada 1°. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 157 gramos. El fondo de la *madre*, de 98 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* para uso en la latitud de 15° correspondiente al primer clima de los definidos por Ptolomeo. Lleva grabadas 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados y ninguna azimutal. En los extremos derecho e izquierdo de la curva del horizonte lleva las inscripciones OCCIDE^{VS} y ORIENS, respectivamente. En la zona central está grabado solamente el número 15. En la mitad inferior están grabadas las 12 horas desiguales, cada una con sus valor numérico rotulado.
- *Dorso*: tiene grabados 4 anillos. Carece de la escala exterior en grados siendo el único astrolabio medieval español que no la tiene. Esta carencia es inexplicable pues esa escala es imprescindible para medir las alturas de los astros y prácticamente reduce a cero la funcionalidad de este astrolabio.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 5° con marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco se graban con su nombre completo, o mínimamente abreviado, en letras mayúsculas, como sigue: ARIES, TAVRVS, GEMINI, CANCER, LEO, VIRGO, LIBRA, SCORPIO, SAGITA, CAPRIC, AQVARIVS, PISES.

Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son concéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero tiene marcados los días de cada mes rotulados de 5 en 5 (hasta 30, 31 o 28 según el mes). El segundo lleva rotulados los nombres de los meses en mayúsculas, la mayoría en forma abreviada, como sigue: IANVARI^O, FEBRVA^O, MARCIVS,

APRILIS, MADIVS, IVNIVS, IVLIVS, AGVS^o, SEPTEB^o, OCTVB^o, NOVENB^o, DECENB^o. Se utilizan las habituales sustituciones de una o más letras de la terminación por un símbolo (^o) parecido a una comilla. Según este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 15 de marzo.

En la mitad superior del espacio central del *dorso* no hay nada grabado y en la inferior hay un esbozo incompleto de un doble *cuadrado de sombras* que lleva en su mitad derecha otro grabado superpuesto, esta vez de un cuadrante horario universal también incompleto. Parece como este dorso hubiera servido de espacio de prácticas para aprender a construir este tipo de escalas. Esto vuelve a apoyar una datación temprana del astrolabio y una posible relación con la actividad traductora de textos del árabe al latín.

- *Araña*: tiene un diámetro de 98 mm, un grosor de 0,9 mm y pesa 21 gramos, es bastante asimétrica y tiene pocos punteros. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco en mayúsculas: ARIES , TAVR^o , GEMI , CANC , LEO , VIRGO , LIBRA , SCORPIO , SAGITARI^o , CAPRICORN , AQVARI^o , PISSE. Dejando a un lado las abreviaturas que pueden diferir según el espacio disponible para grabar el nombre, llama la atención la diferencia de los nombres rotulados en el *dorso* y la *araña* para el signo de Piscis: PISES y PISSE respectivamente. En ninguno de los dos casos se trata del nombre en latín (Pisces). Presenta un número muy bajo de punteros estelares, un total de 13, de los cuales 6 están dentro del círculo de la eclíptica y 7 fuera. No hay ningún puntero rotulado con el nombre de la estrella que señala y por tanto esta *araña* está inacabada como lo está la del astrolabio Destombes (ficha C1). La banda equinoccial sólo tiene un punto de discontinuidad en su despliegue horizontal, situado en el centro lo que confiere a esta *araña*, junto al reducido número de punteros, una tipología retardataria. El reverso de la *araña* conserva algunas marcas de los diámetros y los círculos estructurales.

- *Láminas*: tiene tres *láminas* grabadas por ambas caras, sirviendo a un total de seis latitudes que junto con la grabada en el fondo de la *madre* corresponden con los siete climas ptolemaicos, algo más ligado a la traducción de los textos de Ptolomeo y al uso académico del instrumento que a un uso práctico.³⁴² De los siete climas, sólo dos, el cuarto y el quinto cubren la península Ibérica y por tanto sólo habría una *lámina* de este astrolabio, por sus dos caras, de uso en territorio hispano. Las *láminas* tienen grabadas 15 curvas almlicantares separadas de 6 en 6 grados sin ningún valor rotulado y carece de curvas azimutales. Se completan con las 12 curvas de las *horas desiguales* rotuladas en numeración gótica. El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en latín y traducción	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
1	1a	23	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 98 mm; Espesor = 0,6 mm; Peso = 29 gr
	1b	30	

³⁴² MARTÍ y VILADRIK (1981), p. 119. Las bandas de latitud, en valores redondeados, de los siete *climas* de Ptolomeo son: Clima 1 (0° a 16°), Clima 2 (16° a 24°), Clima 3 (24° a 30°), Clima 4 (30° a 36°), Clima 5 (36° a 41°), Clima 6 (41° a 45°) y Clima 7 (45° a 48°).

Lám.	Cara	Inscripción en latín y traducción	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
2	2a	36	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 98 mm; Espesor = 0,7 mm; Peso = 40 gr
	2b	41	
3	3a	45	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 98 mm; Espesor = 0,7 mm; Peso = 39 gr
	3b	48	

La única *lámina* cuya latitud corresponde a reinos hispanos es la segunda con latitud 36° por una cara y 41° por la otra pero en este caso no es relevante este dato ya que esas *láminas* se han diseñado para los climas y no pensando en latitudes de ciudades concretas.

- *Trono*: es triangular acampanado con el borde festoneado y forma una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura es de 14 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 64°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* en forma de Ω y dos *anillas* circulares.
- *Alidada*: tiene 102 mm de longitud, 7,5 mm de anchura y un peso de 13 gramos. Es recta, no tiene quiebros y sus pínulas de 11,4 mm x 9,7 mm están separadas 91 mm.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 17 mm, su cabeza un diámetro de 12,5 mm y pesa 4 gr. El *caballete* pesa 2 gramos y es una adición posterior, lo mismo que el *clavo*.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio perteneció a la colección de Sir John Findlay (1866-1930), un empresario escocés propietario de un periódico y que poseyó una de las mejores colecciones de instrumentos científicos. En 1961 salió a la venta en Sotheby's y fue adquirido por el Museo Británico.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

AL KHEMIR (2013), p. 213; BORRELLI (2008), p. 207; GUNTHER (1932), p. 306; KING (1995a), pp. 380 y 394, fig. 11; KING (2011a), p. 3 (apartado 6.1.2); PRICE (1955), pp. 250 y 260; WARD-F (1981), pp. 110-112.


Catálogos on-line:

EPACT (European Project Electronic catalogue of medieval and renaissance scientific instruments from four European museums), Astrolabe 50. <http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=67529&Level=Detail> (Última consulta 10/01/2017).

British Museum. Astrolabe. Registration number 1961,1201.1. http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=54864&partId=1&searchText=astrolabe&images=true&from=ad&fromDate=1000&toDate=1500&page=1 (Última consulta 10/01/2017).

C5: Astrolabio Museo Marítimo de Greenwich

ICN / International Instrument Checklist Number = #420

FRENTE 	<p>Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Reinos Hispanos?</p> <p>Fecha atribuida: ca. 1100-1350</p> <hr/> <p>Material: Latón Diámetro: 14,8 cm Altura: 15,9 cm Espesor: 0,67 cm Peso = 605 gr</p>	DORSO 
<p>Grafía: gótica</p> <p>Inscripciones numéricas en números romanos: láminas</p> <p>Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>dorso</i>, <i>araña</i> y láminas</p> <p>Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: Madre, araña, 2 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión</p>		
<p>Conservado en: Museo Nacional Marítimo de Greenwich (nº inv. AST 0558)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado completo, con sus inscripciones alfabéticas en latín y numéricas en números romanos, el único de los incluidos en este catálogo con este tipo de numeración.

El astrolabio ha sido reciente y magníficamente publicado por Van Cleempoel en 2005 y su *araña* ha sido estudiada en profundidad por Elly Dekker en la misma fecha. Ambos estudios coinciden en considerarlo un ejemplar algo desconcertante y complejo de estudiar porque presenta una mezcla de características separadas en el tiempo, amén de algunas únicas y todo ello con ciertos errores, algunos tan injustificables como asignare 35 días al mes de noviembre, de modo que se dificulta más que en otros casos la atribución de fecha y lugar de origen.

De nuevo la historiografía no es unánime en cuanto a la atribución de taller y a la datación. Gunther no lo incluyó en su magna obra pero sí Derek Price que en 1955 lo consideró “gótico-morisco” y lo fechó en ca. 1275.³⁴³ David King se decanta por un origen francés, lo señala como próximo al astrolabio Destombes (ficha C1) y por tanto fechable a finales del siglo X o

³⁴³ PRICE (1955), p. 250.

principios del XI y con referentes de dos astrolabios islámicos orientales del siglo IX.³⁴⁴



Tampoco arrojó luz el estudio de Stautz en 1997 sobre las posiciones de los punteros estelares que presentan unas desviaciones muy grandes respecto a sus modelos teóricos y por tanto no le permiten concluir nada.³⁴⁵ Por último, Koenraad Van Clempoel y Elly Dekker en 2005, consideran que el astrolabio no puede ser anterior a 1360 debido a que algunos de los nombres que aparecen en sus punteros estelares analizados a la luz de los estudios que realizó Paul Kunitzsch en 1966 sobre las tablas de estrellas incluidas en textos astronómicos que nos han llegado y están fechados, así lo sugieren.³⁴⁶ Toda la

historiografía señala a este astrolabio como desconcertante y sin duda requerirá futuros estudios pues la aparición de nuevos textos, así como el mejor conocimiento de los astrolabios que nos han llegado, puede modificar las conclusiones alcanzadas por Kunitzsch en 1966.

A la vista de todo lo anterior y estudiado este astrolabio en relación con la producción andalusí e hispana incluida en este catálogo, se propone su atribución a taller hispano y un periodo cronológico entre *ca.* 1100 y 1350. El diseño retardatario de la *araña*, invita a una cronología temprana pero el buen número de punteros que tiene, un total de 26, señala hacia una datación posterior. El uso de la numeración romana y las *láminas* dedicadas a los climas ptolemaicos es retardatario y orientalizante, pero está presente en la producción temprana de astrolabios latinos en la península Ibérica y resulta plausible vincularlo a la actividad traductora de textos del árabe al latín que tuvo lugar en el valle del Ebro.³⁴⁷ Su *trono* es de referente andalusí como lo es el adorno circular de la *araña* y muchos de los nombres de las estrellas utilizados que son traducción literal al latín de sus nombres en árabe. Hay un elemento disonante en la *araña* que es la alteración de la forma de la banda ecuatorial para permitir el despliegue de uno de los punteros. Este elemento sólo se ha encontrado en un astrolabio también conservado en el Museo Marítimo de Greenwich firmado por al-Sarraj en Damasco en 1230.

El astrolabio sirve a los climas ptolemaicos tercero al séptimo y en las *láminas* no se inscriben los valores de las latitudes. Su *dorso* responde al modelo andalusí pero está incompleto, carece de inscripciones numéricas y le falta la escala externa graduada en grados, como a otro astrolabio de este catálogo (ficha C4). La banda equinoccial de la *araña* sólo

³⁴⁴ KING (1995a), p. 380 y fig. 9. Concretamente el de Aḥmad ibn Jalaf (ICN #99, conservado en la BNF) y el de Nāstūlus (ICN #3501, conservado en el Museo de Arte Islámico de Kuwait); KING (2011a) p. 3 (apartado 6.1.11).

³⁴⁵ STAUTZ (1997), p. 94.

³⁴⁶ DEKKER (2005), p. 63; VAN CLEEMPOEL (2005), p. 130.

³⁴⁷ Sobre la importante actividad de traducción de textos del árabe al latín que tuvo lugar en la Escuela de Traductores del Valle del Ebro ver SAMSÓ (2004b), pp. 269-296.

presenta un punto de discontinuidad en su despliegue lineal, en el centro, otro aspecto retardatario que comparte también con el ya indicado astrolabio (ficha C4).







La grafía es gótica, con uso mayoritario de las letras mayúsculas, es incisa y de ejecución caligráfica algo descuidada lo que condiciona negativamente el impacto visual del astrolabio

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta escasa decoración. La *araña* es asimétrica y sus punteros son sencillos, en forma de punta recta como los primeros astrolabios abasíes y los omeyas andalusíes (i.e. ficha A4). Cuenta con dos elementos decorativos, un círculo central bajo la banda ecuatorial que cobija el puntero de la estrella Sirio, dos bandas cóncavas a ambos lados de dicha estructura ecuatorial y otras dos que la unen con la eclíptica. La banda cóncavas de lsa derecha es el puntero de la estrella Regulos (rotulado Cor Leonis). Resulta disonante en esta *araña* la inclusión de un segmento semicircular en el despliegue de la banda ecuatorial para alojar el puntero de la estrella Alfard (rotulado Alferaz). Este elemento sólo se ha encontrado en un astrolabio también conservado en el Museo Marítimo de Greenwich firmado por al-Sarrāy en Damasco en 1230 [ver figura adjunta. Museo Marítimo de Greenwich, nº inv. AST 0548]. El *trono* tiene perfil triangular acampanado con borde festoneado, una forma muy habitual en los astrolabios omeyas y taifas de al-Andalus.



Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Puntero recto sobre base trapezoidal	Puntero que obliga a la deformación de la banda ecuatorial	Forma levemente curva que cierra la estructura de la banda ecuatorial y es base de un puntero
Adornos en la araña			
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial rematada a ambos lados con sendas formas levemente curvas. Elemento decorativo central en forma circular que cobija un puntero. Ruptura de la banda ecuatorial con un segmento circular que cobija un puntero.		Adorno de forma circular que cobija un puntero
Trono			
	Forma triangular acampanada y borde festoneado		

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 148 mm de diámetro que lleva adherida una *corona* y 6,7 mm de espesor y 9 mm de anchura graduada de 0° a 360°, con divisiones cada 5° y subdivisiones cada 1°, pero los valores numéricos no están rotulados. El fondo de la *madre*, de 130 mm de diámetro, tiene grabada una *lámina* con 18 curvas almicantares, separadas de 5 en 5 grados sin ningún valor numérico rotulado y sin curvas azimutales. En los extremos derecho e izquierdo de la curva de horizonte se ha grabado OCCIdS (2 veces) y ORIENS, respectivamente.

En la parte central lleva la inscripción TERCIVM CLIMA, es decir corresponde al tercer clima ptolemaico que cubre las latitudes de 24° a 30°. En realidad la proyección que lleva la *lámina* corresponde a una latitud de 30°, que es el valor superior de la banda del clima, como es habitual, pero no se indica ningún valor numérico.

La parte inferior lleva grabadas las 12 líneas de las horas desiguales, cada una con su valor numérico rotulado en números romanos con una letra “A” sobre cada número, como sigue: A I, A II, A III, A IIII, A V, A VI, A VII, A VIII, A VIIII, A X, A XI, A XII. También se ha grabado en el inicio la palabra hORA. La línea que separa la hora sexta de la séptima, que coincide con la línea meridiana, lleva grabado ANGUL9 TRE que debe querer reforzar la relación con el tercer clima ptolemaico.

- *Dorso*: carece de escala exterior graduada en grados aunque, al colocar la escala de los grados de los signos del zodiaco en primera posición, se permitía su uso para la medida de alturas angulares, función esencial del astrolabio. No obstante, la ausencia de valores numéricos rotulados dificultaría su uso.

El calendario zodiacal responde al modelo andalusí habitual con la ya referida escala de los grados con una asignación de 30° a cada signo, divididos de 5 en 5 grados y subdivididos de grado en grado pero sin los valores numéricos rotulados. El anillo siguiente lleva los nombres de los signos del zodiaco con su nombre completo o abreviado, en letras mayúsculas, de escasa calidad caligráfica, como sigue: ARIES, TAVRVS, GEMINI, CANCER, LEO, VIRGO, LIBRA, SCORPIVS, SAGITTARI, CAPRICORNVS, AQVARIVS, PISCES.

Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero tiene marcados los días de cada mes (31, 30 ó 28) con divisiones cada cinco días y subdivisiones cada día, pero sin los valores numéricos rotulados. Después está el de los nombres de los meses, escritos en mayúscula y alguna minúscula, también de escasa calidad caligráfica y mayoritariamente abreviados, figurando así: IANVARI9, FEBRVARI9, MARCIVS, APRILIS, MAIVS, IVNIVS, IVLIVS, AVGST9, SEPTEmb, OCTObER, NOVEMbER, DECEb. El espacio dedicado al mes de noviembre es mayor del correcto pues le asigna 35 días en lugar de 30, un error injustificado que no es sino uno más de los aspectos desconcertantes de este astrolabio. El punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

En el cuadrante inferior derecho está grabado un *cuadrado de las sombras* graduado en doce partes tanto en la escala vertical como horizontal pero sin su rotulación numérica y con las siguientes inscripciones: VMBRA EXTENSA (en la escala horizontal) y VMBRA VERSA (en la escala vertical)

- *Araña*: La *araña* tiene un diámetro de 128 mm, un espesor de 1,9 mm y pesa 45 gramos y tiene un diseño asimétrico y, como se ha indicado la caligrafía utilizada en sus inscripciones es descuidada lo que impacta negativamente en la percepción visual de esta pieza del astrolabio que es la que, habitualmente, le dota de sus valores estéticos. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco en mayúsculas y alguna minúscula, tres de ellos con sus nombres abreviados, como sigue: ARIES, TAVR9 , GEMI , CANC , LEO , VIRGO , LIBRA , SCORPIVS , SAGITTARIVS , CAPRICORNVS , AQVARIVS , PISCES. Bajo la inscripción del signo de Tauro se adivinan las letras “GEM” como si se hubiera cometido un error al grabar el nombre del signo y corregido después. La banda equinoccial de la *araña* sólo presenta un punto de discontinuidad en su despliegue lineal, en el centro, otro aspecto retardatario que comparte con otro astrolabio latino temprano de este catálogo (ficha C4).

Presenta un total de 26 punteros estelares, de los cuales 13 están dentro del círculo de la eclíptica y 13 fuera. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta)³⁴⁸:

Nº	Inscripción en latín ³⁴⁹	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	COR PI	Mirach	β And
2	GOL	Algol	β Per
3	ALdEbARAN	Aldebarán	α Tau
4	hŨS ORI SI	Bellatrix	γ Ori
5	PES ORIONIS	Rigel	β Ori
6	IOC	Capella	α Aur
7	dE	Betelgeuse	α Ori
8	ALhAbOR	Sirio	α CMa
9	ALGOMESSA	Procyon	α CMi
10	ALFERAZ	Alfard	α Hya
11	COR LEONIS	Regulus	α Leo
12	ALGVRAb	Gienah Corvi	γ Crv
13	bENENA	Alkaid	η UMa
14	ALCHIMEC	Azimech ó Spica	α Vir
15	RAMEC	Arturo	α Boo
16	ALFECA	Alphecca	α CrB

³⁴⁸ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

³⁴⁹ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculos, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en latín ³⁴⁹	Nombre actual de la estrella	Identificación
17	CO SCORPIONIS	Antares	α Sco
18	ALhAWI	Ras Alhage	α Oph
19	VVEGA	Vega	α Lyr
20	ALTAhIR	Altair	α Aql
21	LIbIdENEP	Deneb Algedi	δ Cap
22	VVLT VOLAS	Altair	α Aql
23	No hay inscripción. Se indica la estrella por su posición	Enif	ϵ Peg
24	GALLINA	Deneb	α Cyg
25	hVS EQVI	Scheat	β Peg
26	DENEP	Deneb Kaitos	β Cet

Sin duda el detalle a destacar es la duplicación del puntero correspondiente a la estrella Altair (nº 20 y 22) inscribiendo en un caso "ALTAhIR", la latinización del nombre en árabe الطائر *al-tā'ir* (la que vuela) y en el otro, "VVLT VOLAS" (Vultur Volans) la traducción de su significado. El referente más claro para esta duplicación innecesaria del puntero se encuentra en un astrolabio andalusí que es anónimo pero se atribuye su datación al siglo X, finales del periodo omeya (ficha A2) y al dibujado en el manuscrito BNF Ms 7412 (ficha A1) aunque en ese caso el puntero duplicado lleva inscrito el nombre "Delfin" (Deneb Dunfin, ϵ Del). Elly Dekker ha identificado las dos tablas de estrellas, de las tabuladas por Kunitzsch como las utilizadas para extraer los nombres grabados en los punteros y su posición. ³⁵⁰

El reverso de la *araña* conserva un buen número de marcas de los diámetros y los círculos estructurales.

- *Láminas*: tiene dos *láminas* grabadas por ambas caras, sirviendo a un total de cuatro climas que junto con la grabada en el fondo de la *madre* cubren cinco de los siete climas ptolemaicos, algo más ligado a la traducción de los textos de Ptolomeo y al uso académico del instrumento que a un uso práctico. Las *láminas* presentan idéntica estructura a la ya descrita en el fondo de la *madre* en lo que se refiere a las curvas de la proyección estereográfica y a las horas desiguales. El tipo de *lámina* y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción en latín	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
1	1a	QVARTV CLIMA	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 129 mm ; Espesor = 1 mm; Peso = 95 gr
	1b	QVINTV CLIMA	
2	2a	SEXTV CLIMA	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 129 mm ; Espesor = 1 mm; Peso = 87 gr
	2b	SEPTIM CLIMA	

Estas *láminas* se han diseñado para los climas ptolemaicos que se indican en las inscripciones, si bien las curvas de las proyecciones estereográficas marcan la latitud superior de la banda de

³⁵⁰ DEKKER (2006), pp. 60-63.

cada clima, es decir ³⁵¹: 36° para el cuarto clima, 41 grados para el quinto clima, 45 grados para el sexto clima y 48° para el séptimo clima. De las cuatro latitudes, dos corresponden a la península Ibérica, 36° y 41° pero no es eso lo que se buscaba, sino el reflejar la doctrina ptolemaica de los climas.³⁵²

En la cara de la *lámina* dedicada al sexto clima parece que hay un intento de marcar las curvas de las casas astrológicas pero apenas son visibles.

- *Trono*: tiene forma triangular acampanada con borde festoneado, muy del gusto andalusí, y es de una sola pieza con la *corona* de la *madre*. Tiene una altura de 11 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 34°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* y una anilla circular.
- *Alidada*: tiene una longitud de 139 mm, una anchura de 10 mm y presenta un quiebro central. Sus dos pínulas de 11,7 mm x 9,2 mm están separadas 82 mm.
- *Clavo y caballete*: pesan juntos 10 gramos y parecen ser una adición posterior.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio llegó al Museo Nacional Marítimo de Greenwich de la mano de Sir James Caird, su gran benefactor de la primera mitad del siglo XX. Se adquirió en París, en mayo de 1936 junto a otros siete astrolabios, todos latinos, cuando los puso a la venta el Museo del Louvre, como objetos que pertenecieron a la colección Leo Goldschmied y que se habían exhibido en la exposición “*Exposition des instruments et outils d’autrefois*” celebrada en el Museo de Artes Decorativas del Palacio del Louvre de marzo a abril de 1936. La adquisición se realizó a través de los anticuarios Nicolas Landau y Frank Maggs.³⁵³

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

DEKKER (2006), pp. 48-63; KING (1995a), p. 380 y fig. 9; KING (2011a) p. 3 (apartado 6.1.11); PRICE (1955), pp. 250 y 261; VAN CLEEMPOEL (2005), pp. 126-131, STAUTZ (1997), pp. 94 y 257.

Catálogos on-line:

National Maritime Museum Greenwich. Astrolabe AST 0558.
<http://collections.rmg.co.uk/collections/objects/10720.html>. (Última consulta el día 10/01/2014).

³⁵¹ MARTÍ y VILADRIK (1981), p. 119. Las bandas de latitud, en valores redondeados, de los siete *climas* de Ptolomeo son: Clima 1 (0° a 16°), Clima 2 (16° a 24°), Clima 3 (24° a 30°), Clima 4 (30° a 36°), Clima 5 (36° a 41°), Clima 6 (41° a 45°) y Clima 7 (45° a 48°).

³⁵² Sobre los climas y su importancia en los astrolabios tempranos ver VAN CLEEMPOEL (2005), p. 130.

³⁵³ VAN CLEEMPOEL (2005), pp. 7-8 y 126.

C6: Astrolabio Zaragoza Museo Historia de la Ciencia de Oxford

ICN / International Instrument Checklist Number = #191

FRENTE	<p>Constructor: Anónimo</p> <p>Lugar atribuido: ¿Reinos Hispanos? ¿Zaragoza? ¿Retallado parcial posterior en París?</p> <p>Fecha atribuida: 1100 – 1390 (tres fases constructivas)</p>	DORSO
	<p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 14,6 cm</p> <p>Altura: 16,1 cm</p> <p>Espesor: 1 cm</p> <p>Peso: 919 gr</p>	
<p>Grafía: gótica pero de tres tipos diferentes</p> <p>Inscripciones numéricas en notación occidental: <i>madre, dorso y araña</i></p> <p>Inscripciones numéricas en notación romana: <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en latín: <i>en dorso, araña y láminas</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre, araña, 7 láminas, alidada, clavo, caballete, trono, sistema de suspensión y regleta frontal.</i></p>		
<p>Conservado en: Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 37878)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado completo y con todas sus inscripciones en latín.

Como es habitual, la historiografía no es unánime en cuanto a la atribución de taller y a la datación. Gunther lo consideró francés en su magna obra de 1932 por tener una *lámina* dedicada a París con el nombre de la ciudad rotulado en ella y lo data entre 1350 y 1400. Derek Price lo etiqueta como “hispano-morisco” y retrasa su datación a *ca.* 1260. David King se decanta por taller hispano aunque no lo circunscribe a Zaragoza por el hecho de que una de sus *láminas* lleva la inscripción *Cesar Augusta*.³⁵⁴ Por último las fichas del Museo de Historia de la Ciencia de

³⁵⁴ David King se decanta por el origen hispano aunque con un interrogante y en cuanto a Zaragoza no la relaciona con la autoría pues se trata sólo de que una de las *láminas* se destina a esa ciudad (ver KING (2011a), p. 3). Derek Price lo etiqueta como “hispano-moro” (ver PRICE, Derek J., “An International Checklist of Astrolabes”, *Archives internationales d'histoire des sciences*, 30 (1955), p. 250). La ficha del Mº de Historia de la Ciencia de Oxford lo

Oxford y del proyecto EPACT lo asignan a taller hispano en fecha *circa* 1260. Presenta tres tipos diferentes de letra, uno en la *madre* y el *dorso*, otro en seis de las *láminas* y el tercero en la *araña* y una de las *láminas*. Se considera que la *araña* y esa *lámina* diferente y destinada a la latitud de París, pudieron ser retalladas o añadidas posteriormente, aunque en periodo medieval, quizá en un taller francés. Teniendo en cuenta sus características formales y la importante actividad de traducción de textos relativos al astrolabio que tuvo lugar en el valle del Ebro en el siglo XII, se propone un adelanto y expansión del periodo de atribución de fecha para la fase constructiva original abarcando desde *ca.* 1100 hasta 1390.³⁵⁵

Es de latón, y sirve a trece latitudes (entre 38° y 58°), en sus siete *láminas* grabadas por ambas caras, excepto una que tiene una de las caras en blanco. Su *araña* tiene referentes



formales claros de los astrolabios andalusíes de periodo taifa, tanto en lo que respecta a la forma de los punteros como, sobre todo, a los elementos decorativos de tipo arquitectónico, en forma de arco apuntado lobulado. De hecho es prácticamente idéntica, salvo en el tamaño y la calidad de la manufactura a la del astrolabio de Ibrahīm ibn al-Sahlī, realizado en Valencia en 1086 (ver ficha A12). Esto apoya su construcción en territorio hispano y en fecha temprana, en el siglo XII, todavía bajo los referentes de la importante producción astrolabista taifa. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de

discontinuidad en su despliegue horizontal, como es habitual en la producción andalusí e hispana. Otra peculiaridad que presenta esta *araña* es la decoración vegetal muy sutil y esquemática que rellena los espacios entre las inscripciones alfabéticas o numéricas, algo también presente en la *lámina* para la latitud de París.

Las tres grafías que presenta son góticas. En el *dorso* conviven dos de ellas, la inicial que es elegante, muy incisa y sólo incorpora letras mayúsculas y la posterior, la que tiene la *araña*, que usa letras minúsculas, es más ligera y sutil en el trazo, es poco incisa y más decorativa. Las *láminas* presentan un tercer tipo de grafía, con letras minúsculas, incisión mediana, de trazo más informal y suelto pero de buena factura.

La presencia de estas tres grafías junto a la gran horquilla de latitudes que ofrece el astrolabio, que cubre la península Ibérica, Francia e Inglaterra, dificulta la atribución de fecha

atribuye a taller hispano. Robert Gunther lo consideró francés porque Lewis Evans lo compró en París en 1911 y además tiene una *lámina* dedicada a París (ver GUNTHER (1932), p. 340).

³⁵⁵ Sobre la importante actividad de traducción de textos del árabe al latín que tuvo lugar en la Escuela de Traductores del Valle del Ebro ver SAMSÓ, Julio (2004b), pp. 269-296; Se sabe de la existencia de un estudio sobre las dificultades para datar este astrolabio realizado por Petra Schmidl (universidad de Bonn) que se encuentra en prensa.

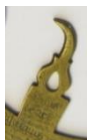



y taller aunque la posibilidad de que lo que ha llegado a nuestros días sea un objeto con dos o tres fases constructivas es la más plausible. Puede plantearse una primera fase en el siglo XII, ligada a la actividad de traducción de textos andalusíes sobre el astrolabio realizada en el valle del Ebro como ya se ha indicado. En esta fase se debieron fabricar las piezas, incluida la *araña* que presenta fuertes referentes de la producción taifa y se grabaron la *madre* y las escalas del *dorso* con buena calidad, en un taller hispano. Una segunda fase cubriría la grabación de las *láminas*, también en taller hispano, quizá de Zaragoza, y en fecha similar pero con peor calidad en la ejecución material y la tercera, que puede atribuirse a taller francés y fecha posterior (s. XIII-XIV), con una grafía y decoración más sutil y elegante y que abarcaría las inscripciones de los punteros de la *araña*, del *cuadrado de sombras* del *dorso* y las dos *láminas* que llevan grabado el nombre *Parisius* (París).

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* presenta simetría respecto al eje vertical como es habitual en los diseños andalusíes e hispanos pero con algunas diferencias. Los punteros presentan diversas formas y tamaños pero mayoritariamente son geométricos. Los hay también en forma de pera con orificio central y otros simplemente son puntas rectas apoyadas directamente en la estructura.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y de la banda solsticial sólo se incluye un pequeño fragmento entre el anillo central y el de la eclíptica por su parte inferior. En la parte inferior se encuentra la estructura decorativa formada por la banda ecuatorial que destaca por su ligera asimetría y aloja los elementos decorativos de esta *araña* en forma de dos arcos apuntados bilobulados similares, aunque no idénticos, con claros referentes arquitectónicos. La historiografía los considera “adornos tipo *mihrab*” aunque los *mihrabs* andalusíes que nos han llegado no tienen estos perfiles. Se trata más de estructuras decorativas que se encuentran en entornos palaciegos andalusíes como la Aljafería de Zaragoza.

El *trono* es pequeño, sencillo, de forma trilobular y lleva grabadas tres dobles circunferencias, una alojada en cada lóbulo, tanto por su anverso como por su reverso, como si cada una estuviera preparado para alojar algún tipo de decoración en su interior que no se llegó a realizar. Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la <i>araña</i>				
	Punta levemente curvada sobre base lobulada con un orificio que apoya sobre un cuadrado	Puntero en forma de pera con perforación central y apoyado sobre base cuadrada	Puntero en forma de arco apuntado bilobulado apoyado en pilar con la inscripción del nombre de la estrella	Puntero en forma de punta recta

Adornos en la araña			
	<p>Estructura decorativa de la banda ecuatorial. Es asimétrica con remate en forma de pilar en el lado izquierdo y dos adornos en forma de arco apuntado bilobulado, uno en el centro y el otro rematando el lado derecho.</p>		<p>Elemento decorativo en forma de arco apuntado bilobulado sobre pilares y que aloja un puntero.</p>
			
<p>Diversas formas geométricas y vegetales que decoran los espacios libres dejados por las inscripciones de la <i>araña</i></p>			
Trono		Regleta frontal	
	<p>Forma trilobular con doubles círculos tangentes grabados.</p>		<p>Regleta con quiebro central y decoración de tipo vegetal-geométrico, con curvas y círculos dispuestos como en el despliegue horizontal de una rama</p>

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- **Madre:** consta de una placa circular de 146 mm de diámetro que lleva adherida y remachada en cuatro puntos una *corona* de 11 mm de espesor y 12 mm de anchura. Esta *corona* presenta una estructura inhabitual pues la generan dos capas metálicas superpuestas en lugar de una sola. La capa frontal lleva grabadas dos escalas, la más exterior es la habitual graduada de 0° a 360° con los valores numéricos rotulados cada 10° y marcas de subdivisión cada 1° y la más interior está graduada de 1 a 12 dos veces (una en el semicírculo derecho y otra en el izquierdo) y señala las 24 horas iguales o equinocciales del día, las que se utilizaban en los territorios cristianos en la Edad Media y que hoy seguimos usando para medir el tiempo³⁵⁶. Cada hora lleva asignados 15° de la escala contigua. Los números grabados en la *corona* presentan la grafía elegante e incisa que domina en el *dorso*. La *corona* presenta una rotura en la fina capa superior de esa estructura de doble capa ya indicada, que afecta a un arco de 14°, entre los valores 95° y 109° y en ese intervalo se han grabado los valores numéricos de la escala de grados en la capa inferior, ahora visible, con una grafía similar a la de la *araña*. Este hecho refuerza la hipótesis de los dos

³⁵⁶ HARTNER (1964), p. 2530. Las “horas iguales o equinocciales” (en árabe *sā’āt al-i’tidāl*) se corresponden con las horas actuales y se obtienen de dividir entre 24 el periodo completo de día y noche. Estas horas las usaban los astrónomos tanto islámicos como cristianos. La diferencia era que los astrónomos islámicos las numeraban desde la puesta de sol y los occidentales desde la medianoche o el mediodía. La presencia de estas “horas equinocciales” en los astrolabios occidentales se produce ya en el periodo medieval mientras que hay que esperar hasta el s. XVI para encontrarlas en astrolabios islámicos orientales.

momentos constructivos del astrolabio. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 260 gramos. El fondo de la *madre*, de 122 mm de diámetro está en blanco.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta la escala de 0° a 90° en cada uno de los cuadrantes pero sólo están rotulados los valores de los grados en el cuadrante superior izquierdo con el valor 0° en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical y con una grafía pequeña y poco incisa. Los otros tres cuadrantes están sin rotular.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 10° y con marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco están abreviados, a pesar de que hubieran podido grabarse los nombres completos de muchos de ellos por haber espacio suficiente. Las inscripciones son: ARI, TAV, GEI, CAN LEO, VGO, LIB, SCOR, SAGI, CAP, AQ, PIS.

Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero tiene marcados los días de cada mes rotulados de 10 en 10 (hasta 30, 31 o 28 según el mes) y el segundo los nombres de los meses también en forma abreviada aunque muchos de ellos podrían haberse grabado completos. Las inscripciones son: IANV, FEB, MAR, AP, MAI, IVN, IVLI, AVGV, SET, OCTO, NOVE, DECE. Según este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

En la mitad inferior del espacio central del *dorso* se encuentra un doble *cuadrado de sombras* graduado en doce partes cada una de ellas subdividida en dos partes, tanto en la escala vertical como horizontal. Los números rotulados son 4, 8, 12 y las inscripciones alfabéticas *umbra recta* (en la escala horizontal) y *umbra versa* (en la escala vertical). La grafía utilizada en estas inscripciones no se corresponde con la de las escalas calendáricas previamente indicadas. En este caso se usa la misma grafía de la *araña* con las letras en minúscula y una grabación menos incisa, tanto de las escalas como de las inscripciones.

En la mitad superior de este espacio central del *dorso*, se ubica un doble cuadrante horario universal, es decir, una gráfica con las seis curvas de las *horas desiguales* rotuladas con sus valores numéricos (1 a 6 y 7 a 12).

- *Araña*: tiene un diámetro de 121 mm, un grosor de 1,8 mm y pesa 60 gramos. Presenta una estructura casi simétrica respecto al diámetro vertical en lo que se refiere a la ubicación de los punteros estelares. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco y presenta una rotura en la conexión con la banda equinoccial, entre los signos de Virgo y Libra torpemente reparada por superposición de una pequeña pieza remachada en dos puntos. Los nombres de los signos del zodiaco están grabados en una grafía similar a la utilizada en las inscripciones del *cuadrado de sombras* del *dorso* y con sus nombres completos o casi completos, usando letras minúsculas salvo la inicial, de forma muy distinta a como lo están en el *dorso*. Las inscripciones son: Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpius, Sagitarius, Capricornius, Aquarius, Pisces.

Completa el anillo de la eclíptica una escala de grados rotulados de diez en diez que asigna 30° a cada signo del zodiaco. La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal.

Presenta un total de 26 punteros estelares de los cuales 13 están fuera del círculo de la eclíptica y 13 dentro. Cinco punteros, los anclados al círculo polar no llevan inscripción, parece haberse borrado y en su lugar se ha grabado una decoración de tipo vegetal-geométrica. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta)³⁵⁷:

Nº	Inscripción en latín ³⁵⁸	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	Venter ceti	Baten Kaitos	ζ Cet
2	¿Corona? (Se indica la estrella por la posición)	Caph	β Cas
3	Debra	Aldebarán	α Tau
4	Sin inscripción. (Se indica la estrella por su posición)	Capella	α Aur
5	Pedes Geminorum	Rigel	β Ori
6	Humerus geminor	Betelgeuse	α Ori
7	Canis ¿Tierracus?	Sirio	α CMa
8	Canis ploreias	Procyon	α CMi
9	Sin inscripción. (Se indica la estrella por su posición)	Tania Australis	μ UMa
10	Humerus vetis	Alfard	α Hya
11	Cor Leonis	Regulus	α Leo
12	Elphraz	Alkaid	η UMa
13	Ala corvi	Gienah Corvi	γ Crv
14	Arctur	Arturo	α Boo
15	Spica	Azimech ó Spica	α Vir
16	Sin inscripción. (Se indica la estrella por su posición)	Alphecca	α CrB
17	Serpes	Unukalhai	α Ser
18	Cor scorpionis	Antares	α Sco
19	Alramilages	Ras Alhage	α Oph
20	Sin inscripción. (Se indica la estrella por su posición)	Vega	α Lyr
21	Aquila volans	Altair	α Aql
22	Delphinus	Deneb Dulfín	ε Del
23	Cauda cap	Deneb Algedi	δ Cap
24	Sin inscripción. (Se indica la estrella por su posición)	Deneb	α Cyg
25	Humerus equi	Scheat	β Peg

³⁵⁷ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

³⁵⁸ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculos, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en latín ³⁵⁸	Nombre actual de la estrella	Identificación
26	Cauda ceti	Deneb Kaitos	β Cet

Algunos de los nombres de estrellas rotulados en esta *araña* son poco frecuentes y algunos están en blanco y en esos casos se ha identificado la estrella por la posición del puntero.

El reverso de la *araña* no conserva marcas de los diámetros ni de los círculos estructurales y lo único visible es la marca de la restauración de la rotura ya indicada.

- *Láminas*: tiene siete *láminas* grabadas por ambas caras de modo que sirven un total de 14 latitudes comprendidas entre 38° y 58°, sólo tres de ellas de la península Ibérica. Diez de las catorce caras tienen sus proyecciones estereográficas con 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados, con sus valores numéricos rotulados en numeración romana, y sin curvas azimutales. En dos de las caras (2a y 2b) se ha hecho la intención de aumentar la precisión de la proyección estereográfica grabando 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados aunque el resultado es pobre y las líneas no están correctamente ubicadas en muchos casos. En la cara 2a, que lleva la inscripción *Cesar Augusta*, se han incorporado además 36 curvas azimutales que deberían haber estado separadas de 10 en 10 grados pero que no lo están en realidad, resultando ser una proyección estereográfica totalmente fallida. Por último hay dos caras (1b y 6b) retalladas en el tipo de letra que tiene la *araña* y por tanto posteriores en el tiempo a las descritas previamente que presentan 45 curvas almicantares separadas de 2 en 2 grados y 60 curvas azimutales separadas de 6 en 6 grados. La calidad de grabación de las curvas en estas caras es notablemente superior a las previamente descritas y contribuyen a datarlas en los siglos XIII-XIV y con mejores técnicas.

Todas las *láminas* tienen grabadas las 12 curvas de las *horas desiguales o temporales*, debidamente rotuladas en números romanos (I a XII), excepto las dos caras con diferente grafía que una lo hace en numeración gótica y la otra las rotula alfabéticamente: *Prima, Secunda, Tercia, Quarta, Quinta, Sexta, Septima, Octava, Nona, Decima, Undecima, Duodecima*.

La tipología de cada una de las *láminas*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción en latín y traducción	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
1	1a	<i>Latitudo XXXVIII</i> (Latitud 38)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 121 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 68 gr
	1b	<i>Parisius</i> (París)	
2	2a	<i>Cesar augusta</i> (Zaragoza) <i>Latitudo δ I</i> (Latitud 41)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 121 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 79 gr
	2b	<i>Latitudo δ II</i> (Latitud 42)	
3	3a	<i>Latitudo δ V</i> (Latitud 45)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 121 mm; Espesor = 0,9 mm; Peso = 77 gr
	3b	<i>Latitudo δ VI</i> (Latitud 46)	
4	4a	<i>Latitudo δ VII</i> (Latitud 47)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 121 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 71 gr
	4b	<i>Latitudo δ VIII</i> (Latitud 48)	
	5a	<i>Latitudo δ IX</i> (Latitud 49)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras

Lám.	Cara	Inscripción en latín y traducción	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
5	5b	<i>Latitudo X</i> (Latitud 50)	Diámetro= 121 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 74 gr
6	6a	<i>Latitudo LV</i> (Latitud 55)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 122 mm; Espesor = 0,9 mm; Peso = 70 gr
	6b	<i>Latitudo ad Parisius</i>	
7	7a	<i>Latitudo LVII</i> (Latitud 57)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 121 mm; Espesor = 0,9 mm; Peso = 84 gr
	7b	<i>Latitudo LVIII</i> (Latitud 58)	

Hay que destacar que la numeración utilizada en las inscripciones de la latitud es romana pero contaminada con la numeración gótica en el caso del valor 40 que se graba con un símbolo combinado de la X romana (valor 10) y el 4 en grafía gótica.

La cara “6b” que es una de las retalladas con grafía similar a la de la *araña*, presenta una incorrección pues la inscripción (*Latitudo ad Parisius*) hace pensar que es para utilizarla en París pero el valor de latitud que se mide en la proyección estereográfica es de 51° que no se corresponde con París cuya latitud medida en periodo medieval era de 48°.

Las únicas láminas cuya latitud corresponde a los reinos hispanos son la de 38° que corresponde a Córdoba o Murcia, la de 41° de Zaragoza (tiene rotulado su nombre en latín) y la de 42° que corresponde a Gerona y Perpiñán. Las demás barren la geografía de Francia e Inglaterra.

Esta gran horquilla de latitudes que ofrece el astrolabio dificulta la atribución de taller basada en este dato, aunque la posibilidad de que lo que ha llegado a nuestros días sea un objeto con tres fases constructivas no debe descartarse a la vista de las diferencias en las grafías y las calidades de las proyecciones estereográficas.

- *Trono*: tiene forma trilobular y es de una sola pieza con la *madre* y la *corona*. Su altura máxima es de 15 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 20°.
- *Sistema de suspensión*: lo componen tres piezas en lugar de dos pues el *asa* en forma semicircular aloja un gancho que es el que sujeta la *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 141 mm de longitud, 9 mm de anchura y un peso de 52 gramos. Tiene un quiebro central que la divide en dos segmentos y conserva sus dos pínulas de 21 mm x 18 mm separadas entre sí 96 mm.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud de 28 mm, el diámetro de su cabeza es de 19 mm y pesa 14 gramos. El *caballete* parece una adición posterior y su peso es de 2 gramos.
- *Regleta frontal*: tiene una longitud de 140 mm, una anchura máxima de 7 mm y mínima de 4 mm y pesa 8 gramos. Presenta un quiebro central y tiene grabada una escala numérica en grados (30, 45, 60, 75, 90) utilizando la misma grafía de la *araña* y las láminas de París por lo que se puede considerar una adición de la tercera y última fase constructiva del astrolabio.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Está documentada la compra del astrolabio por el importante coleccionista británico Lewis Evans en París el 13 de marzo de 1911 como una de las piezas de la colección Roussel.

En 1924 fue donado al Museo de Historia de la Ciencia de Oxford por Lewis Evans junto a otros muchos instrumentos científicos.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GUNTHER (1932), pp. 340-341; KING (2001), pp. 284-285, fig. B2; KING (2011a), p. 3 (apartado 6.1.5); PRICE (1955), p. 250 y 262.



Catálogos on-line:

EPACT (European Project: Electronic Catalogue of Medieval and Renaissance Scientific Instruments from four European Museums), Astrolabe 60.
<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=28895> (Últ. consulta 17/06/2016).

Museum of the History of Science “Ficha del astrolabio nº de inventario 37878”.
http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=159.html (Última consulta 17/06/2016).

C7: Astrolabio Caird del Museo Nacional Marítimo de Greenwich

ICN / International Instrument Checklist Number = #428

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Reinos Hispanos? ¿París? Fecha atribuida: ca. 1200-1280 Material: Latón Diámetro: 15,6 cm Altura: 17,2 cm Espesor: 1,2 cm Peso = 1347 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: gótica Inscripciones numéricas en notación occidental: <i>madre, dorso, araña y láminas</i> Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>dorso, araña y láminas</i> Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre, araña, 7 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión</i></p>		
<p>Conservado en: Museo Nacional Marítimo de Greenwich (nº inv. AST 0570)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado completo, con sus inscripciones alfabéticas en latín y numéricas en cifras occidentales. Tiene claros referentes andalusíes en los elementos decorativos de su *araña* y su *trono*.

El astrolabio ha sido reciente y magníficamente publicado por Van Cleempoel en 2005 y su *araña* fue puesta en relación por Elly Dekker en 2000 con la producción de astrolabios taifas pero sin concretar ninguno de los ejemplares de ese periodo que ha llegado a nuestros días.

De nuevo la historiografía no es unánime en cuanto a la atribución de taller y a la datación de este astrolabio. Gunther no lo incluyó en su magna obra pero sí Derek Price que en 1955 lo consideró “gótico-morisco” y lo fechó en ca. 1300.³⁵⁹ David King se decantó por un origen francés, posiblemente por las inscripciones de ciudades francesas que tienen dos de sus siete láminas pero sin proponer una posible datación. Los estudios de Stautz en 1997 y Elly Dekker en 2000 proponen una datación en ca. 1230 basada en la posición de los punteros estelares de la *araña* que, en todo caso, no son determinantes tampoco.³⁶⁰ Koenraad Van Cleempoel en 2005

³⁵⁹ PRICE (1955), p. 250

³⁶⁰ STAUTZ (1997), pp. 85-86 y DEKKER (2000), pp. 178-188

resalta sus similitudes decorativas con los astrolabios taifas y con objetos andalusíes de todo tipo como textiles, marfiles y cerámicas apostando por una fecha anterior a 1230. Sugiere que el astrolabio pudo llegar a París en torno a 1222 y que fue la base para la elaboración de una tabla de estrellas (la identificada por Kunitzsch como Tabla IX) que se usaría en posteriores astrolabios franceses.³⁶¹ A la vista de todo lo anterior y estudiado este astrolabio en relación con



la producción andalusí e hispana incluida en este catálogo, se propone su atribución a taller hispano en su fase original y un periodo cronológico entre *ca.* 1200 y 1280. Después pudo tener una segunda fase realizada en taller parisino a la que pertenecería el retallado de una cara de la *lámina 6ª* y la *lámina 7ª* en fecha indeterminada pero medieval. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, que es la estructura habitual de los astrolabios andalusíes. Tanto esta circunstancia como la disposición de los punteros y los adornos

en la *araña* y en el *trono* permiten suponer que este astrolabio se realizó tomando uno andalusí como modelo y no tanto siguiendo los textos traducidos del árabe al latín. No se puede descartar una ejecución material por un orfebre andalusí trasladado a un reino hispano cristiano que pudo ser la Castilla de Alfonso X el Sabio.

El astrolabio sirve a un total de catorce latitudes (de 14° a 48°) de las que tres pertenecen a territorio peninsular y el resto a lugares habituales del Islam oriental y de la Europa cristiana.

La grafía es gótica, con uso exclusivo de las letras mayúsculas, es incisa y de buena ejecución caligráfica. En el centro del *dorso* se han grabado dos iniciales “b” y “m” con distinta grafía de fecha posterior, incluso no medieval.


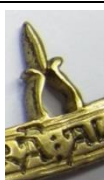






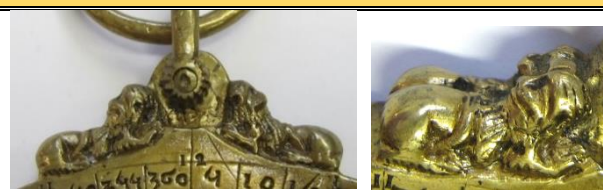
2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* presenta un nivel apreciable de simetría y tiene unos punteros de base trifoliada y otros de base más simple con un orificio en forma de pera, todos rematados por puntas rectas o levemente curvadas. La estructura de la banda ecuatorial presenta una destacada decoración consistente en tres arcos mixtilíneos muy barroquizantes situados en el centro y los extremos de dicha banda. Se consignan otros dos elementos decorativos, uno en forma de filamento biconvexo en la unión lateral izquierda de la banda ecuatorial y la eclíptica y otro en forma de flecha de doble punta en las dos conexiones superiores de la eclíptica con el círculo exterior, el de Capricornio.

³⁶¹ VAN CLEEMPOEL (2005), pp. 119-120.

La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, que es la estructura habitual de los astrolabios andalusíes. Tanto esta circunstancia como la disposición de los punteros y los adornos en la *araña* permiten suponer que este astrolabio se realizó tomando uno andalusí como modelo y no tanto siguiendo los textos traducidos del árabe al latín. No se puede descartar una ejecución por un orfebre andalusí.

El *trono* es figurativo, compuesto por cuatro leones sedentes con la cabeza girada hacia atrás de claro referente andalusí, situados dos a dos, simétricamente respecto al eje central del instrumento. Estos leones son similares a los del *trono* de otro astrolabio latino de este catálogo (ficha C16) y se encuentran presentes en otros objetos de procedencia islámica como herrajes de cajas de marfil, cerámica o textiles.³⁶² Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Base del puntero trilobulada con punta recta	Base horadada en forma de pera y punta recta	Puntero en forma de banda recta
Adornos en la araña			
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial con tres elementos decorativos en forma de arco mixtilíneo, en ambos extremos y en el centro, de los que dos cobijan un puntero. Forma decorativa biconvexa en la unión izquierda de la banda ecuatorial con la eclíptica.		Detalle de la forma decorativa biconvexa
			
	Elemento decorativo en forma de arco mixtilíneo que cobija un puntero	Elemento decorativo en forma de arco mixtilíneo sin puntero	Adorno en forma de flecha que enlaza la eclíptica con el círculo exterior, el de Capricornio
Trono			
	Formado por cuatro leones sedentes con la cabeza hacia atrás, de referente andalusí. Detalle de los leones		

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

³⁶² Agradezco a la Dra. Noelia Silva su generosidad al compartir ideas e imágenes de estos leones en herrajes de cajas de marfil y al Dr. Paco Hernández por facilitarme imágenes de leones nazaríes en cerámica, objetos de metal y textiles.

- *Madre*: consta de una placa circular de 156 mm de diámetro que forma una sola pieza con una *corona* de 12 mm de espesor y 8,2 mm de anchura graduada de 0° a 360°, con divisiones cada 5° y subdivisiones cada 1°. Los valores numéricos están rotulados de cinco en cinco entre 5 y 360 y comparten espacio con la rotulación posterior en fecha de los números de 1 a 12 correspondiente a las horas iguales o equinocciales, duplicados para cubrir las 24 horas del día y con una asignación de 15° a cada una de las horas. El fondo de la *madre* está en blanco.
- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta cuatro escalas de 0° a 90° rotuladas cada 5° y con el valor 0° en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 5° con marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco se graban con su nombre completo, o mínimamente abreviado, como sigue: ARIES, TAVRVS, GEMINI, CANCER, LEO, VIRGO, LIBRA, SCORPI9, SAGITARI9, CAPRICOR, AQVARI9, PISCES.

Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero tiene marcados los días de cada mes (31, 30 ó 28) con sus valores rotulados cada 5 días. El segundo lleva rotulados los nombres de los meses con su nombre completo o abreviado, como sigue: IANVARI, FEBROARI, MARCIVS, APRILIS, MAIVS, IVNIVS, IVLIVS, AVGVST9, SEPTEM, OCTOBER, NOVEMB', DECEMB'. Se utilizan la habitual sustitución de “us” por 9 y la de “er” por un símbolo parecido a una comilla o a un >. El punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

En torno al centro del *dorso* hay otro conjunto de tres escalas grabadas en unos segmentos circulares que ocupan tres cuadrantes y que configuran un calendario perpetuo. La escala más exterior está dividida en 28 partes que representan los 28 años del ciclo solar al final del cual los días de la semana vuelven a caer en los mismos números de mes. La siguiente muestra los 7 días de la semana numerados del 1 (domingo), 2 (lunes),... al 7 (sábado), que indican el día de la semana en que comienza cada año. La más interior indica los años bisiestos (1, 2, 3 y “b” de bisiesto). Las escalas se han grabado así:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
5	6	7	2	3	4	5	7	1	2	3	4	6	7	1	3	2	5	6	1	2	3	4	6	7	1	2	4
1	2	3	b	1	2	3	b	1	2	3	b	1	2	3	b	1	2	3	b	1	2	3	b	1	2	3	b

Debe leerse: en el año 1 del ciclo, el primer día de enero cae en jueves (5° día de la semana), en el año 2 del ciclo, el primer día de enero cae en viernes (6° día de la semana), en el año 3 del ciclo, el primer día de enero cae en sábado, en el año 4 del ciclo, que es bisiesto, el primer día de enero cae en lunes (2° día de la semana)... y así sucesivamente hasta el vigésimo octavo año, a partir del cual se inicia de nuevo el ciclo. Este diagrama calendárico se encuentra también en los *dorsos* de varios astrolabios andalusíes y aparece descrito por primera vez en el Tratado del

Astrolabio de Ibn al-Şaffār.³⁶³

En el cuadrante inferior derecho está grabado un *cuadrado de las sombras* graduado en doce partes tanto en la escala vertical como horizontal con los valores rotulados de 2 en 2 y sin ninguna inscripción alfabética.

A ambos lados del orificio central se han grabado en minúscula las letras “b” y “m” en una grafía diferente a la utilizada en el resto del instrumento y que podrían ser las iniciales de uno de los dueños del instrumento en opinión de Van Cleempoel.³⁶⁴

- *Araña*: tiene un diámetro de 140 mm, un espesor de 2,5 mm y pesa 66 gramos. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco en mayúsculas minúscula, tres de ellos con sus nombres abreviados, como sigue: ARIES, TAVR9 , GEMI , CANC , LEO , VIRGO , LIBRA , SCORPI9 , SAGITTARI9 , CAPRICOR , AQVARI9 , PISCES. Se completa el anillo de la eclíptica con una escala graduada de 6 en 6 grados con sus valores numéricos rotulados, que asigna 30° a cada signo. La banda equinoccial de la *araña* presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, como es habitual en la producción andalusí.

Presenta un total de 29 punteros estelares, de los cuales 15 están dentro del círculo de la eclíptica y 14 fuera. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta).³⁶⁵

Nº	Inscripción en latín ³⁶⁶	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	: PATANCAIT0Z	Baten Kaitos	ζ Cet
2	HVMER9 EQ	Caph	β Cas
3	ALGON	Algol	β Per
4	ALDEVARA	Aldebarán	α Tau
5	ALHAI0C:	Capella	α Aur
6	: RIGEL:	Rigel	β Ori
7	ALGENIE	Betelgeuse	α Ori
8	:ALHABOR:	Sirio	α CMa
9	ALGOMEIZA:	Procyon	α CMi
10	EGGEZ:	Talitha Borealis	ι UMa
11	ALDI	Zeta Hydrae	ζ Hya
12	:ALFARD:	Alfard	α Hya
13	COR	Regulus	α Leo
14	ALRVCVB	Tania Australis	μ UMa

³⁶³ Sobre los astrolabios con este calendario perpetuo ver punto 4.5.2.5. También ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y SAMSÓ (2007), p. 70.

³⁶⁴ VAN CLEEMPOEL (2005), p. 118.

³⁶⁵ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

³⁶⁶ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculos, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en latín ³⁶⁶	Nombre actual de la estrella	Identificación
15	:ALGLARI:	Gienah Corvi	γ Crv
16	:ALCHIMEC:	Azimech ó Spica	α Vir
17	BENENA:	Alkaid	η UMa
18	ALRAMEC	Arturo	α Boo
19	ELFECA	Alphecca	α CrB
20	ALIELIL	Unukalhai	α Ser
21	:CALBALAGRA:	Antares	α Sco
22	ALHAVNI	Ras Alhage	α Oph
23	:VVEGA:	Vega	α Lyr
24	ALTAIR	Altair	α Aql
25	:LIBEDENEB:	Deneb Algedi	δ Cap
26	DELFIN	Deneb Dulfín	ϵ Del
27	ALRIF	Deneb	α Cyg
28	ALFERAZ	Scheat	β Peg
29	:DENEBCAITOZ:	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* no conserva marcas.

- *Láminas*: tiene siete *láminas* grabadas por ambas caras, sirviendo a un total de catorce latitudes. Cada una lleva grabadas 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y 60 curvas azimutales separadas de 6 en 6 grados, con sus valores numéricos sólo rotulados en las *láminas* 6ª y 7ª. En su parte inferior llevan grabadas las curvas de las 12 horas desiguales cuyos valores numéricos también aparecen sólo rotulados en las *láminas* 6ª y 7ª. El tipo de *lámina* y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción en latín	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
1	1a	15	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 140 mm ; Espesor = 1,1 mm; Peso = 109 gr
	1b	24	
2	2a	30	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 140 mm ; Espesor = 1,4 mm; Peso = 106 gr
	2b	32	
3	3a	33	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 140 mm ; Espesor = 1,1 mm; Peso = 103 gr
	3b	36	
4	4a	39	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 140 mm ; Espesor = 1,4 mm; Peso = 111 gr
	4b	40	
5	5a	45	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 140 mm ; Espesor = 1,2 mm; Peso = 111 gr
	5b	46	
6	6a	LATITUDO 43 TOLOSA Latitud 43° Toulouse)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 140 mm ; Espesor = 1 mm; Peso = 103 gr
	6b	44	
7	7a	LATITUDO 47:G: (Latitud 47° , G = grados)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 140 mm ; Espesor = 0,9 mm; Peso = 80 gr

Lám.	Cara	Inscripción en latín	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
	7b	PARISIVS: CARNOTUM:SENONIS (París, Chartres, Sens)	

La lámina 6ª tiene sus dos caras completamente diferentes una de la otra. La cara “b” responde al mismo modelo que las 5 láminas anteriores y sólo lleva grabado en su centro el valor numérico de la latitud que sirve. Sin embargo la cara “a” lleva inscripciones alfabéticas, conserva una ligera marca del borrado del número que debió estar grabado en el lugar en que se ha incorporado la nueva y más explícita información, a saber, la palabra “latitud” y el nombre de la ciudad cuya latitud es 43°. Este modelo será el que se utilizará en la 7ª lámina que es una adición posterior.

La lámina 7ª tiene menos espesor y peso que las demás y puede ser por tanto una adición posterior que sugiere una segunda fase constructiva realizada en París para dar servicio a esa ciudad y sus alrededores con latitudes en el entorno de los 48°. Por la otra cara se ha grabado la latitud de 47° que, entre otros lugares, corresponde a Orleans. Tanto la lámina 6ª por la cara “a” como la 7ª tienen grabadas en la parte inferior y de modo superpuesto a las curvas de las horas desiguales, las marcas de las líneas que delimitan las cinco casas astrológicas situadas bajo el horizonte.

- *Trono*: está formado por dos parejas de leones sedentes con la cabeza girada hacia atrás, de referente andalusí, y es de una sola pieza con la *corona* de la *madre*. Tiene una altura de 16 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 30°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* y una anilla circular.
- *Alidada*: tiene una longitud de 148 mm, una anchura de 11 mm y es recta, sin quiebros. Sus dos pínulas de 11,7 mm x 11,8 mm están separadas 108 mm.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene 30 mm de longitud, su cabeza tiene un diámetro de 12 mm y pesa 13 gramos. El *caballete* mide 17 mm y pesa 3 gr. Ambos parecen ser adición posterior.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio llegó al Museo Nacional Marítimo de Greenwich de la mano de Sir James Caird, su gran benefactor de la primera mitad del siglo XX. Caird lo compró por 500 libras esterlinas al anticuario y coleccionista Nicolas Landau en la década de los 30 del pasado siglo. Recibió el nombre de “Astrolabio Caird” en honor de Sir James Caird por el voto unánime del comité de dirección del museo en 1938.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

DEKKER (2000), pp. 177-188, 202; DEKKER (2005), p. 48; KING (2011a) p. 3 (apartado 6.1.7); PRICE (1955), pp. 250 y 261; VAN CLEEMPOEL (2005), pp. 115-120; STAUTZ (1997), pp. 85-86 y 245.

Catálogos on-line:

National Maritime Museum Greenwich. Astrolabe AST 0570.
<http://collections.rmg.co.uk/collections/objects/10732.html> (Última consulta el día 10/01/2014).

C8: Astrolabio valenciano del Museo Nacional Marítimo de Greenwich

ICN / International Instrument Checklist Number = #416

<p style="text-align: center;">FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Corona de Aragón: Valencia? Fecha atribuida: <i>ca.</i> 1300</p> <p>Material: Latón Diámetro: 14,8 cm Altura: 16,5 cm Espesor: 0,98 cm Peso = 1230 gr</p>	<p style="text-align: center;">DORSO</p> 
<p style="text-align: center;">Grafía: gótica</p> <p style="text-align: center;">Inscripciones numéricas en notación occidental: <i>madre, dorso y láminas</i> Inscripciones alfabéticas en latín y catalán valenciano: <i>en dorso, araña y láminas</i> Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre, araña, 7 láminas, alidada, clavo, caballete, trono, sistema de suspensión y regleta frontal</i></p>		
<p style="text-align: center;">Conservado en: Museo Nacional Marítimo de Greenwich (nº inv. AST 0552)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado completo, con parte de sus inscripciones alfabéticas en latín y otra parte en la variante valenciana del catalán medieval, además de con inscripciones numéricas en cifras occidentales.

El astrolabio ha sido reciente y magníficamente publicado por Van Cleempoel en 2005 y sólo un año antes, en 2004, realizó también David King un extenso estudio sobre el mismo. Ambos atribuyen esta pieza a taller valenciano de *ca.* 1300 en base a los estudios filológicos realizados por Kurt Maier en 1994 y 1996, que le permitieron identificar, en algunas de sus inscripciones, la variante valenciana del catalán medieval. Previamente, Derek Price en 1955 lo consideró norteafricano de *ca.* 1430 y un listado de astrolabios publicado por el museo de Greenwich en 1976 apostó por taller europeo de la misma fecha aproximada, 1430, sin indicar ninguna razón.³⁶⁷

³⁶⁷ PRICE (1955), p. 250; KING (2004), p. 194.

La innovación que presenta la *araña* es la presencia de dos bandas levemente curvadas que conforman una V inscrita en la parte superior del anillo de la eclíptica. Este elemento



decorativo será asimilado por los talleres astrolabistas ingleses que lo incorporarán a los ejemplares identificados como de “tipología Chaucer” por aparecer así dibujado en el tratado del astrolabio que escribió Sir Geoffrey Chaucer. Cualquier astrolabio dotado de este elemento decorativo se había relacionado tradicionalmente con talleres ingleses pero ahora y gracias a los estudios filológicos realizados en las inscripciones de este astrolabio se le ha identificado como hispano y por tanto generador de unas formas decorativas que se adoptaron mayoritariamente en las islas

británicas.³⁶⁸ Los punteros tienen forma de flama serpenteante y fueron el referente de los punteros de los astrolabios de taller francés de comienzos del siglo XV atribuidos a Jean Fusoris.³⁶⁹ La estructura de la banda ecuatorial es de tamaño más reducido de lo habitual y sin elementos decorativos. La banda equinoccial presenta seis puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, dos más de lo habitual en los astrolabios andalusíes. Incorpora dos semicírculos en los segmentos exteriores a la eclíptica con sus aberturas contrapuestas, el semicírculo de la izquierda abre hacia arriba y el de la derecha hacia abajo.

El astrolabio sirve a un total de catorce latitudes (de 31° a 46°) con los nombres inscritos de las ciudades asociadas a cada una de las latitudes, cuatro de ellas peninsulares y el resto de Oriente Medio, norte de África y de la Europa cristiana.

La grafía es gótica, con uso exclusivo de las letras mayúsculas, es incisa y de ejecución caligráfica aceptable.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* cuenta con un elemento decorativo identificativo formado por dos bandas levemente curvadas que conforman una V inscrita en la parte superior del anillo de la eclíptica.

Los punteros tienen forma de flama serpenteante de tamaño discreto y la estructura de la banda ecuatorial es de tamaño más reducido de lo habitual y sin elementos decorativos. La banda equinoccial presenta seis puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, dos más de lo habitual en los astrolabios andalusíes. Incorpora dos semicírculos en los segmentos exteriores a

³⁶⁸ KING (1995a), p. 380; KING y MAIER (1996), p. 697.






³⁶⁹ KING y MAIER (1996), p. 697.

la eclíptica con sus aberturas contrapuestas, el semicírculo de la izquierda abre hacia arriba y el de la derecha hacia abajo.³⁷⁰

Merece destacarse también que el color de la *araña* es más oscuro que el de la *madre* y las *láminas*, debido, necesariamente, a una composición distinta del latón usado para las distintas piezas. Hasta el momento no se ha realizado ningún análisis de los metales que conforman dichas aleaciones.

El *trono* tiene forma triangular acampanada con borde trilobulado y sin decoración interior.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña		
	Forma de flama serpenteante	Forma de punta recta encajonada entre las bandas en V
Adornos en la araña		
	Adorno en forma de V formado por dos bandas levemente curvadas que dan apoyo a un total de 5 punteros	Semicírculos con la abertura contrapuesta
Trono		
Forma triangular acampanada y borde trilobulado		

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 148 mm de diámetro que forma una sola pieza con una *corona* de 9,8 mm de espesor y 8 mm de anchura graduada de 0° a 360°, con divisiones cada 5° y subdivisiones cada 1°. Los valores numéricos están rotulados de cinco en cinco entre 5 y 360. En el lateral exterior de la *corona* están grabados los números de 1 a 12 correspondiente a las horas iguales o equinocciales, duplicados para cubrir las 24 horas del día y con una asignación de 15° a cada una de las horas. Los números 1 y 12, que son el primero y el último, están grabados en el reverso del *dorso*. El peso total de la *madre* con la *corona* es de 589 gramo y su fondo está en blanco

³⁷⁰ El astrolabio firmado por Petrus Raimundi en 1375 en Barcelona cuenta también con dos semicírculos insertos en la banda equinoccial pero se ubican dentro del anillo de la eclíptica, en lugar de hacerlo fuera y ambos tienen su apertura dirigida hacia abajo (ficha C13).

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta cuatro escalas de 0° a 90° rotuladas cada 5° y con el valor 0° en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 5° con marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco se graban con su nombre completo, o mínimamente abreviado, como sigue: ARIES , TAURUS , GEMINIS , CANCER , LEO , VIRGO , LIBRA , ESCURPI⁹ , SAGITARI⁹ , CAPRICORNI⁹ , ACARI⁹ , PICIUS. Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero tiene marcados los días de cada mes (31, 30 ó 28) con sus valores rotulados cada 5 días. El segundo lleva rotulados los nombres de los meses con su nombre completo o abreviado, como sigue: IENER, FEBRER, MARC, ABRIL, MATG, IUNY, IULIOL, AGOST, SETEMBRE, OCTUBRE, NOEMBR, DEMBRE. El punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al punto medio entre el 11 y el 12 de marzo.

Los nombres de signos del zodiaco y de meses del año que Kurt Maier identificó como catalanes un su mencionado estudio son: GEMINIS, ESCURPI⁹, ACARI⁹, PICIUS, IUNY, IULIOL. El resto puede asociarse al nombre en latín con más o menos variantes o abreviaturas.

En la parte central superior hay grabado un doble cuadrante horario universal sin ningún valor numérico grabado en él y en la mitad inferior se encuentra un doble *cuadrado de sombras* graduado en doce partes tanto en la escala vertical como horizontal con los valores rotulados de 3 en 3 y con las inscripciones alfabéticas UMBRA VERSA (escala horizontal) y UMBRA RECTA (escalas verticales). Estas inscripciones están intercambiadas pues la “sombra recta” es la horizontal y la “sombra versa” la vertical.

- *Araña*: tiene un diámetro de 132 mm, un espesor de 3 mm y pesa 106 gramos. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco en mayúsculas, como sigue: ARIES , TAUR⁹ , GEMINIS , CANCER , LEO , VIRGO , LIBRA , SCURPI⁹ , SAGITARI⁹ , CAPRIORNI⁹ , ACARI⁹ , PICIS. La banda equinoccial de la *araña* presenta seis puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, dos más de lo habitual en la producción andalusí e incorpora dos semicírculos.

Presenta un total de 19 punteros estelares, de los cuales 9 están dentro del círculo de la eclíptica y 10 fuera. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta)³⁷¹:

Nº	Inscripción en latín ³⁷²	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	BATENTAYTOC	Baten Kaitos	ζ Cet

³⁷¹ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

³⁷² En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculos, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en latín ³⁷²	Nombre actual de la estrella	Identificación
2	ALDEBARAN	Aldebarán	α Tau
3	ALIOCh	Capella	α Aur
4	RIGIL	Rigel	β Ori
5	ALABOR	Sirio	α CMa
6	ALGOMAIZA	Procyon	α CMi
7	ALDIRA	Alfard	α Hya
8	ALFART	Alfard	α Hya
9	ALGURAB	Gienah Corvi	γ Crv
10	VRSA	Alkaid	η UMa
11	ALChIMECh	Azimech ó Spica	α Vir
12	ALRAMEC	Arturo	α Boo
13	CORONA	Alphecca	α CrB
14	BALhANE	Ras Alhage	α Oph
15	UEGUA	Vega	α Lyr
16	ALTAYR	Altair	α Aql
17	LIBEDENEB	Deneb Algedi	δ Cap
18	GALLINA	Deneb	α Cyg
19	ALFAZ	Scheat	β Peg

Los punteros 7 y 8 que están muy próximos entre sí llevan inscritos dos nombres que se asocian a la misma estrella: Alfard de la constelación de Hydra. No es este el único caso en que se ubican dos punteros próximos duplicando la misma estrella, algo innecesario y que pone de manifiesto cierta descoordinación en los procesos de construcción y caligrafiado de la *araña*. La inscripción VRSA del puntero 10 presenta una grafía distinta a las demás, utiliza la “V” para el sonido “U” mientras que el resto de inscripciones no lo hacen, por lo que se considera una adición posterior.

El reverso de la *araña* no conserva marcas.

- *Láminas*: tiene seis *láminas* grabadas por ambas caras, sirviendo a un total de doce latitudes. Cada una lleva grabadas 18 curvas almicantares separadas de 5 en 5 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados sin valores numéricos rotulados. En su parte inferior llevan grabadas las curvas de las 12 horas desiguales cuyos valores numéricos sólo aparecen sólo rotulados en la cuarta *lámina* por su cara “a”, la correspondiente a Valencia. El tipo de *lámina* y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción en latín y traducción	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
1	1a	DAMIATA 4 31 (Damieta, 4, 31°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 132 mm ; Espesor = 1 mm; Peso = 76 gr
	1b	GERUZALEM 3 32 (Jerusalén, 3, 32°)	
	2a	AFRICA 4 33	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras

Lám.	Cara	Inscripción en latín y traducción	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
2		(África, 4, 33°)	Diámetro = 132 mm ; Espesor = 0,9 mm; Peso = 88 gr
	2b	CEPTA 4 35 (Ceuta, 4, 35°)	
3	3a	TRIPOLI 4 34 (Trípoli, 4, 34°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 132 mm ; Espesor = 0,7 mm; Peso = 59 gr
	3b	CECILIA 5 37 (Sicilia, 5, 37°)	
4	4a	VALENCIA 39 5 CLIMA (Valencia, 39°, 5° clima)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 132 mm ; Espesor = 1 mm; Peso = 49 gr
	4b	46 7 (46°, 7)	
5	5a	SEGOVIA 5 40 (Segovia, 5, 40°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 132 mm ; Espesor = 1 mm; Peso = 68 gr
	5b	MACEDONIA 3 43 (Macedonia, 3, 43°)	
5	5a	BARŪELO·A 6 41 (Barcelona, 6, 41°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 132 mm ; Espesor = 0,9 mm; Peso = 74 gr
	5b	GENOUA 3 44 (Génova, 3, 44°)	
6	6a	PANPLONA 6 42 (Pamplona, 6, 42°)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 132 mm ; Espesor = 1 mm; Peso = 55 gr
	6b	MILA 3 45 (Milán, 3, 45°)	

Sólo la cara “b” de la *lámina* 4 carece de inscripción alfabética con el nombre de la ciudad a la que sirve. Todas las demás indican la ciudad, la latitud y un número que se ha considerado indicador del clima ptolemaico al que pertenece la latitud dado que en la *lámina* de Valencia se indica claramente “5 CLIMA”. El problema es que, en casi la mitad de las inscripciones, el valor de la latitud no corresponde al número de clima que se le asocia.³⁷³ Si esos números no se refieren al clima, no resulta claro a qué se pueden referir. Sorprende la presencia de “Macedonia” en la *lámina* 5 pues es un lugar difícil de asociar con la península Ibérica en periodo medieval.

Sin duda la cara “4a” dedicada a la ciudad de Valencia es la mejor inscrita, con más detalle y con todos los datos correctos. Como ya se ha dicho, es la única que lleva a demás inscritos los valores de las horas desiguales. Todo esto y el hecho de que algunas inscripciones respondan a la variante valenciana del catalán medieval, lleva a suponer que el astrolabio se realizó en Valencia, ciudad donde hubo actividad astrolabista durante el periodo taifa y que quizá la mantuvo tras su conquista e incorporación a la corona de Aragón.

- *Trono*: tiene forma triangular acampanada con borde trilobulado y sin decoración interior, y es de una sola pieza con la *corona* de la *madre*. Tiene una altura de 17 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 40°.

³⁷³ MARTÍ y VILADRIKH (1981), p. 119. Las bandas de latitud, en valores redondeados, de los siete *climas* de Ptolomeo son: Clima 1 (0° a 16°), Clima 2 (16° a 24°), Clima 3 (24° a 30°), Clima 4 (30° a 36°), Clima 5 (36° a 41°), Clima 6 (41° a 45°) y Clima 7 (45° a 48°).

- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* y una anilla circular.
- *Alidada*: tiene una longitud de 145 mm, una anchura de 11 mm y tiene un quiebro central. Sus dos pínulas están separadas 127 mm y pesa 40 gramos.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene 29 mm de longitud, su cabeza tiene un diámetro de 13 mm y pesa 11 gramos. El *caballete* pesa 1 gramo. Ambos parecen ser una adición posterior.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio llegó al Museo Nacional Marítimo de Greenwich de la mano de Sir James Caird, su gran benefactor de la primera mitad del siglo XX. Se adquirió en París, en mayo de 1936 junto a otros siete astrolabios, todos latinos, cuando los puso a la venta el Museo del Louvre. Perteneció a la colección de A.M.H. Prin y se exhibió en la “*Exposition des instruments et outils d’autrefois*” celebrada en el Museo de Artes Decorativas del Palacio del Louvre de marzo a abril de 1936. La adquisición se realizó a través de los anticuarios Nicolas Landau y Frank Maggs.³⁷⁴

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

KING (1995a), pp. 380 y fig. 14; KING (2004), pp. 194-198; KING (2011a) p. 4 (apartado 6.2.1); KING y MAIER (1996), pp. 695 nota 60 y 697; PRICE (1955), pp. 250 y 261; VAN CLEEMPOEL (2005), pp. 120-126.



Catálogos on-line:

National Maritime Museum Greenwich. Astrolabe AST 0552.
<http://collections.rmg.co.uk/collections/objects/10714.html>. (Última consulta 10/01/2014).

³⁷⁴ VAN CLEEMPOEL (2005), pp. 7-8 y 120.

C9: Astrolabio Hebreo colección Nasser Khalili

ICN / International Instrument Checklist Number = #3915

FRENTE	Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Reinos Hispanos? ¿Corona de Castilla? ¿Sevilla? Fecha atribuida: ca. 1250-1300	DORSO
	Material: Latón y plata Diámetro: 18,5 cm Altura: 22 cm Espesor: --- cm Peso = --- gr	
Grafía: hebrea cuadrada sefardita Inscripciones numéricas en notación hebrea alfanumérica: en <i>madre</i> , <i>dorso</i> y <i>láminas</i> Inscripciones alfabéticas en judeo-árabe: en <i>dorso</i> , <i>araña</i> y <i>láminas</i> Inscripción de autoría y fecha: no tiene		
Elementos: <i>Madre</i> , <i>araña</i> , 3 <i>láminas</i> , <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>		
Conservado en: Colección particular de Nasser D. Khalili (Londres) (nº inv. SCI 158)		

1.- Aspectos generales³⁷⁵

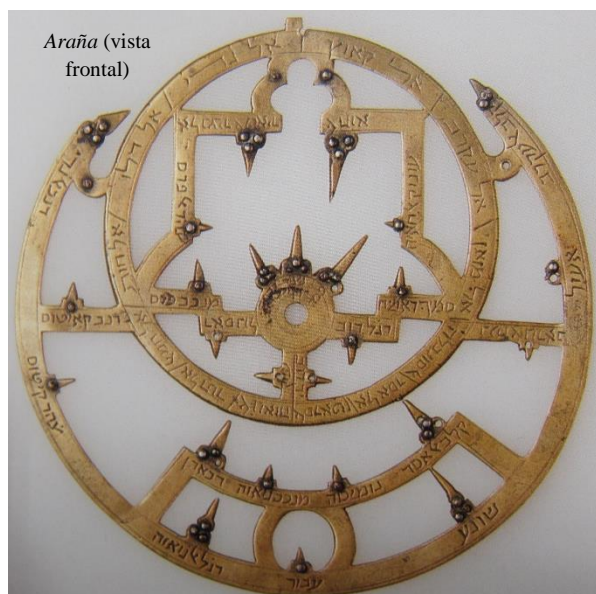
Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado casi completo, le falta la *alidada*, el *clavo* y el *caballete*, y con sus inscripciones en hebreo-arábigo que invita a considerar que su autor o promotor fue un judío miembro de una comunidad árabe-parlante. Hasta el año 2011 se consideró que su autor o promotor se llamaba Abraham por aparecer ese nombre en una inscripción ubicada en el lateral exterior de la *corona* de la *madre*. El estudio filológico realizado en 2001 demostró que lo que hay grabado allí es un poema islámico del siglo X, cuyo autor fue el iraquí Abū Iṣḥāq Ibrāhīm al-Šābi' y de ahí el "Abraham" inscrito en hebreo.³⁷⁶

Si bien hay una opinión mayoritaria sobre su origen peninsular, no se ha resuelto el debate sobre si se realizó por un judío en al-Andalus o en algún reino cristiano en momento próximo a la conquista. Aunque David King considera más probable que se hiciera en al-Andalus por manos judías no debe descartarse la posibilidad de que se hubiera realizado en la Castilla de Alfonso X en la que judíos muy conocedores de la astronomía andalusí, algunos activos en el

³⁷⁵ Este astrolabio no se ha podido estudiar in situ. El contenido de la ficha se ha extraído de la bibliografía indicada al final. Se espera la próxima aparición de un libro de la Dra. Josefina Rodríguez Arribas dedicado a los astrolabios hebreos donde se estudia a fondo este ejemplar (RODRÍGUEZ ARRIBAS, 2017?).

³⁷⁶ ABUZAYED, KING & SCHMIDL (2011), pp. 85-142.

scriptorium alfonsí pudieran haber impulsado la realización de este astrolabio. El hecho de que la *lámina* que da servicio a la ciudad de Sevilla sea la de mejor calidad en el grabado de sus curvas, invita a considerar la posibilidad de un taller sevillano.



Su *araña* presenta, en su parte superior, un rectángulo rematado en trífolio y sus punteros son puntas rectas sobre bases lobuladas y perforadas con incrustaciones de plata. Una novedad de diseño es que el fragmento de banda solsticial que une el círculo central y el anillo de la eclíptica sirve de base a dos punteros.

El astrolabio sirve a un total de siete latitudes (de 29° a 38°30') con los nombres inscritos de las ciudades asociadas a cada una de las latitudes, dos de ellas peninsulares y el resto de Oriente Medio y norte de África.

Todas sus inscripciones alfabéticas están hechas en lengua judeo-arábica con una grafía de letra hebrea cuadrada sefardita y las numéricas en notación hebrea alfanumérica.³⁷⁷

2.- Aspectos decorativos






Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* destaca por el rectángulo inscrito en el anillo de la eclíptica que se remata en la parte superior con un trífolio abierto por debajo.³⁷⁸ Los referentes a este elemento decorativo inusual se encuentran en la producción astrolabista almohade en concreto en la forma geométrica mixtilínea inscrita en el anillo de la eclíptica que identifica las *arañas* de los astrolabios de Abū Bakr ibn Yūsuf, activo en Marrakech en época almohade. Este elemento decorativo aparece de forma muy similar en otro astrolabio hispano de este catálogo (ficha C10). Los punteros son de punta recta sobre base trilobulada con perforaciones que alojan incrustaciones de plata. La estructura decorativa de la banda ecuatorial remata en bandas rectas a ambos extremos y aloja un círculo en el centro según la tipología de los astrolabios andalusíes. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y el fragmento de banda solsticial ubicado entre el círculo central polar y la eclíptica sirve de soporte a dos punteros.

El *trono* tiene forma triangular acampanada con borde festoneado y con decoración vegetal de hojas entrelazadas grabada de manera poco incisa.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

³⁷⁷ ABUZAYED, KING & SCHMIDL (2011), pp. 96-104 y 115-131; Una explicación detallada de la notación hebrea alfanumérica en ABUZAYED, KING & SCHMIDL (2011), p. 18.

³⁷⁸ KING (2005e), p. 982. Denomina a este motivo decorativo “degenerated quatrefoil” (cuadrifolio degenerado).

Punteros de la araña		
	Punta recta sobre base trilobulada con tres perforaciones que alojan incrustaciones de plata	Punta recta sobre base rectangular con una perforación que aloja incrustación de plata
Adornos en la araña		
	Rectángulo rematado en un trifolio abierto y todo ello inscrito en el anillo de la eclíptica	Círculo entre la banda ecuatorial y el anillo exterior que aloja un puntero
Trono		
Forma triangular acampanada con borde festoneado y con decoración vegetal de hojas entrelazadas grabada de manera poco incisa.		

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- **Madre:** lleva adherida una *corona* graduada de 0° a 360°, con divisiones cada 5° y subdivisiones cada 1°. El fondo de la *madre* lleva grabada una lámina para la latitud de Túnez con 18 curvas almicantares separadas de 5 en 5 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados con sus valores numéricos rotulados. En su parte inferior están grabadas las curvas de las 12 horas desiguales con sus valores numéricos rotulados textualmente. En el centro lleva una inscripción cuya traducción es “Para la latitud de Túnez, 37°”.



Poema escrito en grafía hebrea en el lateral exterior de la *corona* de la *madre*.

La novedad que presenta este astrolabio y que no tiene ninguno de los otros de este catálogo, ni andalusíes ni de los reinos cristianos es que lleva inscrito un poema en el lateral exterior de la *corona*, que incluye el nombre “Abraham” y que se consideró hasta 2011 como una inscripción de autoría (ver foto adjunta). Se trata de una versión incompleta del breve poema que el astrónomo y matemático de Bagdad Abū Iṣḥāq Ibrāhīm al-Ṣābi’ (313H – 384H / 925-994) regaló en 981 al emir de Iraq, de la dinastía bŷyida, ‘Aḏud al-Dawla (936-983) junto con un pequeño astrolabio de excelente calidad y del tamaño de una moneda³⁷⁹. El poema completo dice así³⁸⁰:

³⁷⁹ ABUZAYED, KING & SCHMIDL (2011), pp. 90-91. La historia de un astrolabio de excelente calidad y del tamaño de una moneda que se regaló junto a un poema, se difundió por todo el Islam, incluido al-Andalus. El poeta cordobés ‘Abd al-Barr (978-1070) narra toda la historia, incluido el texto del poema, en su obra *Bahjat al-majālis*.

³⁸⁰ La traducción del original árabe al inglés en ABUZAYED, KING & SCHMIDL (2011), p. 93.

Los que esperan tus favores te hacen regalos en la celebración del día de la fiesta del otoño que tú presides. Pero tu siervo Ibrāhīm no encuentra nada que se aproxime a tu grandeza y, no satisfecho con regalarte la Tierra, te presenta un modelo de la gran esfera celeste con todo lo que hay en ella.

La transliteración del árabe al hebreo convirtió el nombre del poeta iraquí del siglo X en el nombre judío “Abraham” y, hasta que no se encontró el origen del texto, se consideró el nombre del autor o promotor judío de este astrolabio. El único punto que queda aún pendiente es el de explicar por qué se incluyó este poema en el borde de la corona del astrolabio que destaca el poder simbólico del astrolabio como modelo del Universo.³⁸¹ No se puede descartar la posibilidad de que el promotor o autor de este astrolabio se llamase en efecto Abraham y escogiera este poema, que era conocido en todo el Islam, como dedicatoria personal a quien fuera a recibirlo como regalo. Podría incluso plantearse la posibilidad de que este astrolabio fuera un regalo para Alfonso X de uno de los judíos activos en su *scriptorium*, el nombrado en la obra alfonsí *El Libro del Saber de Astrología* como “*don Abraham su alfaquim*”, un gran intelectual y además médico del rey que fue buen conocedor del árabe y de su literatura³⁸².

- *Dorso*: tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta cuatro escalas de 0° a 90° rotuladas cada 5° y con el valor 0° en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 5° con marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del zodiaco con sus nombres rotulados en hebreo y con una asignación de 30° a cada uno. Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son concéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero tiene marcados los días de cada mes (31, 30 ó 28) con sus valores rotulados cada 5 días. El segundo lleva rotulados los nombres de los doce meses rotulados en hebreo con doble nombre: el juliano y el judío (Enero / Tebēth; Febrero / Shebat; Marzo / Adar; Abril / Nīsan; Mayo / Iyyan; Junio / Sīwan; Julio / Tammūz; Agosto / Ab; Septiembre / Elūl; Octubre / Tishrī; Noviembre / Markheshwan; Diciembre / Kislēw). El punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

El sexto y último anillo, el más interior lleva, parcialmente grabada, la escala de las 28 mansiones lunares para uso astrológico, de las que sólo nueve llevan sus nombres rotulados.

En la mitad inferior del espacio central está grabado un *cuadrado de sombras* graduado en doce partes con los valores numéricos rotulados de dos en dos, tanto en la escala vertical como horizontal que se completan con las inscripciones “*sombra vertical*” y “*sombra horizontal*” en hebreo.

- *Araña*: el anillo de la eclíptica lleva grabados doce signos del zodiaco en judeo-arábigo

³⁸¹ ABUZAYED, KING & SCHMIDL (2011), p. 103. Sólo nos han llegado dos astrolabios anteriores al año 1500 que incorporen un poema. Uno se realizó en el s. XIII en Isfahan y el otro es el único astrolabio bizantino que nos ha llegado, realizado en 1062 que contiene un texto en griego en el que se denomina al astrolabio “icono del universo”. En ninguno de estos dos casos el poema es el de Abū Ishāq Ibrāhīm al-Sābi’.

³⁸² Detalles sobre la personalidad de Abraham, médico de Alfonso X y personaje notable de la corte castellana en FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (2013), pp. 66-67 y 229.

rotulados de forma ligeramente distinta que sus homólogos en la escala zodiacal del *dorso*. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, lo habitual en la producción andalusí. Presenta un total de 26 punteros estelares, de los cuales 13 están dentro del círculo de la eclíptica y 13 fuera.

- *Láminas*: tiene tres *láminas* grabadas por ambas caras, sirviendo a un total de seis latitudes. Cada una lleva grabadas 18 curvas almicanas separadas de 5 en 5 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados con sus valores numéricos rotulados. En su parte inferior llevan grabadas las curvas de las 12 horas desiguales con sus valores numéricos rotulados textualmente. Cada *lámina* tiene en su parte inferior central una inscripción donde se indica la ciudad en que se debe usar dicha lámina y su latitud, como sigue:

Lám. /cara	Inscripción	Lám. /cara	Inscripción
1a	Para la latitud de Sijilmasa. 29°	1b	Para la latitud de Marrakech. 31°
2a	Para la latitud de Cairo. 30°	2b	Para la latitud de Jerusalén. 32°
3a	Para la latitud de Sevilla. 37° 30'	3b	Para la latitud de Córdoba. 38° 30'

Las ciudades que aparecen en las *láminas* no permiten dirimir si el astrolabio se hizo en una comunidad judía de al-Andalus o de Castilla pues esas ciudades aparecen tanto en astrolabios andalusíes como de los reinos cristianos. La tercera *lámina*, para uso en Sevilla por una cara y Córdoba por la otra, es la que tiene mayor calidad en el grabado de las curvas y en las inscripciones y eso invita a suponer que el astrolabio se realizó en una de esas dos ciudades, quizá Sevilla. La autoría en taller sevillano es compatible tanto con la hipótesis de ligarlo al *scriptorium* de Alfonso X o con la hipótesis andalusí.

- *Trono*: tiene forma triangular acampanada con borde festoneado y con decoración vegetal de hojas entrelazadas grabada de modo poco inciso. El *trono* está soldado a la *corona* de la *madre* y parece como si el original se hubiera seccionado y el mismo, u otro diferente, se hubieran ubicado en su lugar mediante soldadura. Tiene una altura de 35 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 26°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* fijada al trono mediante un tornillo decorado con una estrella y una anilla circular.
- *Alidada*: no la conserva
- *Clavo y caballete*: no conserva los originales, los que tiene son una adición contemporánea.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio perteneció al Dr. Tommaso Franco de Vicenza (Italia) y salió a la venta en Christie's de Amsterdam el 15 de diciembre de 1988, lote 247.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

ABUZAYED, KING & SCHMIDL (2011), pp. 85-142; DJEBBAR (2005b), p. 102; KING (2011a) p. 6 (apartado 6.5.1); KING y MAIER (1996), p. 718; MADDISON y SAVAGE-SMITH (1997) pp. 124-127.

Catálogos on-line:

The Khalili Collections. SCI 158 Planispheric Astrolabe Inscribed in Judaeo-Arabic
<http://www.khalili.org/collections/category/1#object/SCI-158> (última visita 8/11/2016).

C10: Astrolabio de la Sociedad de Anticuarios de Londres

ICN / International Instrument Checklist Number = #162

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Corona de Aragón: Barcelona, Valencia? Fecha atribuida: ca. 1250-1350 Material: Latón y plata Diámetro: 9,9 cm Altura: 11,9 cm Espesor: 0,65 cm Peso = 279 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: gótica Inscripciones numéricas en notación occidental: madre, dorso, araña y láminas Inscripciones alfabéticas en latín y catalán: en dorso y araña Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: Madre, araña, 2 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión</p>		
<p>Conservado en: Sociedad de Anticuarios de Londres (nº inv. 559)</p>		

1.- Aspectos generales

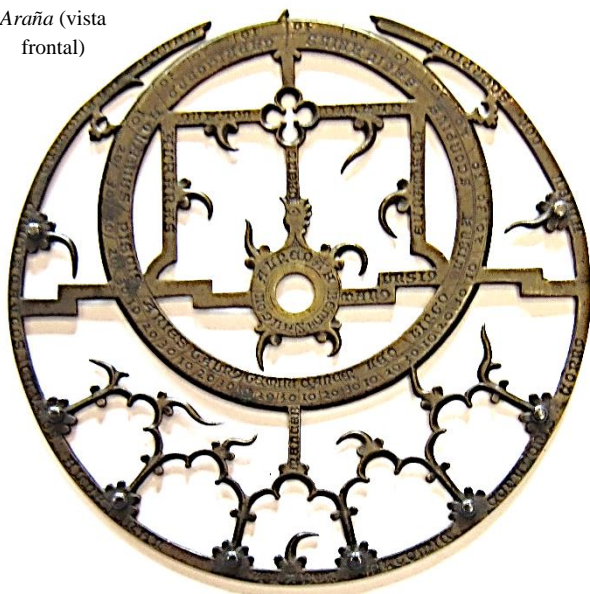
Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado incompleto pues, en opinión de David King, no es habitual tener sólo dos *láminas* y en la *madre* hay espacio para otras dos que se han debido perder.³⁸³ Tiene parte de sus inscripciones alfabéticas en latín y otra parte en lengua vernácula identificada como catalán medieval, además de inscripciones numéricas en cifras occidentales.

La primera publicación del astrolabio se remonta a 1893 y fue realizada por Sir Charles Hercules Read, arqueólogo y secretario de la Sociedad de Anticuarios de Londres inmediatamente después de su adquisición y ya le atribuyó taller hispano y del siglo XIV. Robert Gunther en 1932 asumió la atribución de Read y Derek Price en 1955 acuñó el término “hispano-morisco-gótico” para designar al astrolabio atribuyéndole la fecha de ca. 1360. Fueron los estudios filológicos realizados por Kurt Maier en 1994 y 1996 sobre un buen grupo de astrolabios cuyas inscripciones se habían considerado siempre como “latinas” los que permitieron conocer que algunos de los nombres de estrellas de este astrolabio corresponden al catalán medieval, tomando como fuente escrita de comparación los textos de astronomía de Ramon Llull. Eso unido a la presencia de una *lámina* para la latitud de Valencia y otra para la

³⁸³ KING Y MAIER (1996), p. 694.

de Barcelona, invita a asignarlo a la producción astrolabista de la corona de Aragón, con tantos ejemplares presentes en la documentación (ver capítulo 8). David King le dedicó un detallado estudio en 1996 en el que ratifica su atribución aunque adelanta la atribución de fecha a finales del siglo XIII para acercarlo en tiempo a alguno de sus referentes almohades.

Araña (vista frontal)



La *araña* de este astrolabio tiene un diseño innovador que la distancia del resto de ejemplares de este catálogo, con una sucesión de cinco arcos trilobulados iguales que se apoyan sobre el anillo exterior de la *araña* y sirven de base a seis punteros estelares. La mayoría de los punteros tienen forma de flama serpenteante, una tipología que se consolida como la preferida en la producción astrolabista medieval de los reinos cristianos.

Hay un puntero que destaca sobre los demás por su forma de cabeza de gallo y que se apoya en el círculo central de la *araña* y enlaza con un fragmento de la banda solsticial, vertical, que se interrumpe con un

elemento decorativo en forma de tetrafolio. Las novedades se completan con un rectángulo inscrito en el anillo de la eclíptica por su parte superior. Todas estas características convierten a esta *araña* de astrolabio en única entre la producción medieval de los reinos cristianos.

El astrolabio sirve a un total de cinco latitudes (de 32°30' a 42°) sin que se haya inscrito ningún nombre asociado a cada una de las latitudes, cuatro de las cuales son peninsulares y la quinta, los 32°30' corresponden a Jerusalén cuya presencia es frecuente en los astrolabios latinos.

La grafía es gótica, con uso exclusivo de las letras mayúsculas, es incisa y de buena ejecución caligráfica.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña*, el *trono* y el *dorso*, esta última en la forma de una greca decorativa de tipo vegetal, ubicada entre las escalas del calendario zodiacal del *dorso*, que es única en la producción astrolabista medieval española.

La *araña* tiene un diseño innovador que la distancia del resto de los astrolabios de este catálogo y que es buena muestra de la diversidad de formas que debían circular entre los talleres astrolabistas.

La *araña* carece de banda ecuatorial, una característica identificadora de los astrolabios andalusíes y esa ausencia inicia el camino hacia futuros diseños de *arañas* que se consolidarán en el Renacimiento. En su lugar se ha optado por una de las composiciones estéticas más

atractivas de la producción astrolabista hispana como es la sucesión de cinco arcos trilobulados iguales que apoyan sobre el anillo exterior de la *araña*, el correspondiente al círculo de Capricornio. La presencia de adornos de referente arquitectónico en las *arañas* es característica de los astrolabios andalusíes de periodo taifa aunque allí se opta por los arcos lobulados apuntados y aquí los arcos son lobulados pero no apuntados.³⁸⁴

La estructura de cinco arcos sirve de apoyo a un total de 6 punteros en forma de flama, dos en cada uno de los arcos de los extremos, uno en cada uno de los dos arcos intermedios y ninguno en el arco central que, en su lugar, cobija a un puntero y sirve de apoyo a la inscripción del nombre de otro. Los arcos apoyan sobre columnas con bases tetralobuladas con orificio central que acoge una incrustación de plata. Ese mismo tipo de base sirve de apoyo a dos punteros más que flanquean el conjunto de los arcos. El resto de los punteros apoyan sobre base bilobulada.

Hay un puntero que destaca sobre los demás, situado en la parte central de la *araña* y con forma de cabeza de gallo con una más que visible cresta de cuyo pico abierto sale la banda donde se inscribe el nombre “CAENT”, denominación en catalán medieval de la estrella Vega de la constelación de Lira.³⁸⁵ No hay ningún astrolabio andalusí ni de los reinos cristianos hispanos que resuelva el puntero de la estrella Vega con una cabeza de ave aunque si hay punteros zoomorfos con cabeza y cuerpo de ave en astrolabios de este catálogo (fichas A6, A7 y C15). También hay un astrolabio bizantino, el único que nos ha llegado, y varios astrolabios del Islam oriental con punteros de aves, algunos de ellos en la estrella Vega. Alguno de ellos, o un astrolabio andalusí inspirado en ese diseño y que no nos ha llegado, pudo ser la fuente de inspiración del autor de esta *araña*.

Otro elemento decorativo identificativo de esta *araña* es el rectángulo inscrito en la parte superior del anillo de la eclíptica con un tetralóbulo decorando el eje vertical, correspondiente a la banda solsticial. Los referentes a este elemento decorativo inusual se encuentran en la producción astrolabista almohade. Así, uno de los astrolabios realizados en Sevilla por Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamāʾirī a mediados del siglo XIII incorpora un fragmento de la banda solsticial con un círculo central en la parte superior de la eclíptica (ficha A22), que en este astrolabio se ha convertido en un tetralóbulo, uno de los elementos del repertorio visual del arte gótico aunque está presente en los astrolabios islámicos desde el siglo X.³⁸⁶ Tiene también un tetralóbulo inscrito en la banda solsticial un astrolabio con inscripciones en latín de este catálogo (ficha C11). En cuanto al rectángulo inscrito, lo más similar es la forma geométrica mixtilínea inscrita en el anillo de la eclíptica que identifica las *arañas* de los astrolabios de Abū Bakr ibn

³⁸⁴ David King considera tanto los arcos de esta *araña* como los que aparecen en los astrolabios taifas como símbolos del *mihrāb* de las mezquitas. Pero en no nos ha llegado ninguna mezquita andalusí con esa forma de *mihrāb* y por tanto esa comparación no parece la más acertada. Los arcos polilobulados están presentes tanto en el arte islámico como en el gótico pero no se pueden identificar con *mihrābs*.


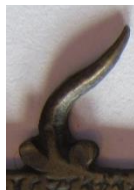







³⁸⁵ El nombre en árabe de esta estrella es *al-nasr al wāqī* que significa “el águila que cae”

³⁸⁶ KURT Y MAIER (1996), p. 681. El astrolabio más antiguo que nos ha llegado dotado de un tetrafolio decorando su *araña* es el que realizó en Bagdad en 984/985 Ḥāmid ibn Jidr al Juʿandī y su fuente de inspiración fue el repertorio bizantino dado que la arquitectura islámica no incorpora tetrafolios.

Yūsuf, activo en Marrakech en época almohade. Este elemento decorativo se encuentra en otro astrolabio de este catálogo con inscripciones en hebreo (ficha C9).

La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, que es lo habitual en los astrolabios andalusíes, aunque no es tan frecuente incorporar dos de las discontinuidades en el centro del segmento que une la eclíptica con el anillo exterior de la *araña*.

El *trono* también se aleja de la tradición hispana presentando una acusada forma triangular de evidente altura, con borde festoneado muy marcado. El interior se decora con un triángulo de lados convexos rayado en su interior, flanqueado por dos orificios circulares que debieron acoger incrustaciones de plata. Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña			
	Forma de flama sobre base tetralobulada con incrustación central de plata	Forma de flama sobre base bilobulada	Forma de cabeza de gallo con inscripción del nombre de la estrella en la boca
Adornos en la araña			
	Rectángulo inscrito en el anillo de la eclíptica con remates curvos en los laterales inferiores y con tetrafolio en la banda solsticial	Detalle del tetrafolio en el rectángulo inscrito en el anillo de la eclíptica	
Adornos en la araña			
	Serie de cinco arcos trilobulados con punteros en forma de flama sobre ellos	Arco central apoyado en columnas sobre base lobulada con incrustación central de plata	
Trono		Adorno en el dorso	
	Forma triangular con borde festoneado con dos orificios y triangulo de lados convexos con un rayado interior		Grecia con motivos vegetales

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 99 mm de diámetro soldada a una *corona* de 6,5 mm

de espesor y 4,2 mm de anchura graduada de 0° a 360°, con divisiones cada 5° y subdivisiones cada 1°. Los valores numéricos están rotulados de diez en diez entre 10 y 360. En el lateral exterior de la *corona* está grabada una escala con 24 divisiones de 15° cada una correspondiente a las horas iguales o equinocciales, con los valores numéricos rotulados sólo del 1 al 10. El peso total de la *madre* con la *corona* es de 138 gramos y en su fondo está grabada una *lámina* para la latitud de 32°30' cuyo valor numérico aparece inscrito en el centro. Esta es la latitud que se atribuía a Jerusalén. Tiene trazadas 18 curvas almicantares separadas de 5° en 5° y 36 curvas azimutales separadas de 10° en 10°. En la parte inferior lleva las 12 curvas de las horas desiguales o temporales con sus valores numéricos rotulados. No tiene ninguna inscripción alfabética.

- *Dorso*: tiene grabados 6 anillos. El más exterior presenta cuatro escalas de 0° a 90° rotuladas cada 10° y con el valor 0° en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 5° con marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco se graban con su nombre completo, o mínimamente abreviado, como sigue: ARIES , TAURUS , GEMINI , CANCER , LEO , VIRGO , LIBRA , SCORPIUS , SAGITARI9 , CAPRICORN9 , ACUARIUS , PISCIS. Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son concéntricos respecto al de los signos zodiacales y están separados de los anteriores por una greca decorativa con formas vegetales. El primero tiene marcados los días de cada mes (31, 30 ó 28) con sus valores rotulados cada 10 días. El segundo lleva rotulados los nombres de los meses con su nombre completo o abreviado, como sigue: IANUARIUS, FEBRUARI9, MARCI9, APRILIS, MADIUS, IUNIUS, IULIUS, AUGUST9, SEPTEMBER, OCTORER, NOVEMBER, DECEMBER. El punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 12 de marzo.

El quinto anillo consta de 12 números colocados bajo la escala de los meses. Muestra los 7 días de la semana numerados del 1 (domingo), 2 (lunes),... al 7 (sábado) que indican el día de la semana en que empieza cada uno de los meses, como sigue: 3 (Enero), 6 (Febrero), 5 (Marzo), 1 (Abril), 3 (Mayo), 6 (Junio), 1 (Julio), 4 (Agosto), 7 (Septiembre), 2 (Octubre), 5 (Noviembre), 7 (Diciembre). Es decir, que enero empieza en martes (3° día de la semana), febrero en viernes (6° día de la semana), y diciembre en sábado (7° día de la semana)

En torno al centro del *dorso* hay otro conjunto de tres escalas circulares que configuran un calendario perpetuo. La escala más exterior está dividida en 28 partes que representan los 28 años del ciclo solar al final del cual los días de la semana vuelven a caer en los mismos números de mes. La siguiente muestra los 7 días de la semana en que comienza cada año y la más interior indica los años bisiestos marcándolos con una “B”, como sigue:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	2	3	4	6	7	1	2	4	5	6	7	2	3	4	5	7	1	2	3	5	6	7	1	3	4	5	6
			B				B				B				B				B				B				B

Que debe leerse: en el año 1 del ciclo, el primer día de enero cae en domingo (1º día de la semana), en el año 2 del ciclo, el primer día de enero cae en lunes (2º día de la semana), en el año 3 del ciclo, el primer día de enero cae en martes, en el año 4 del ciclo, que es bisiesto, el primer día de enero cae en miércoles (4º día de la semana)... y así sucesivamente hasta el vigésimo octavo año, que es bisiesto y en que el 1 de enero cae en viernes (6º día de la semana), a partir del cual se inicia de nuevo el ciclo. Este diagrama calendárico se encuentra también en los *dorsos* de varios astrolabios andalusíes y aparece descrito por primera vez en el Tratado del Astrolabio de Ibn al-Şaffār.³⁸⁷

En la mitad central inferior se encuentra un doble *cuadrado de sombras* graduado en doce partes tanto en la escala vertical como horizontal con los valores rotulados de 3 en 3 y con las inscripciones alfabéticas VERSA (escalas verticales) y UMBRA RECTA (escala horizontal).

En la mitad central superior hay trazas apenas visibles de un cuadrante horario universal cuya grabación debió abandonarse sin terminarla.

- *Araña*: tiene un diámetro de 91 mm, un espesor de 2 mm y pesa 24 gramos. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco en mayúsculas, como sigue: ARIES, TAUR9, GEMINI, CANCER, LEO, UIRGO, LIBRA, SCORPIUS, SAGITARIUS, CAPRIORN9, AQUARIUS, PISCIS. En el mismo anillo se ha grabado una escala en grados que asigna 30º a cada signo y tiene los valores rotulados de 10 en 10 grados. La banda equinoccial de la *araña* presenta seis puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, que es lo habitual en la producción andalusí aunque situados en lugares diferentes, como ya se ha indicado.

Presenta un total de 20 punteros estelares, de los cuales 9 están dentro del círculo de la eclíptica y 11 fuera. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta):³⁸⁸

Nº	Inscripción en latín ³⁸⁹	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	CAYTOS	Baten Kaitos	ζ Cet
2	ALDABERAN	Aldebarán	α Tau
3	ALGOL	Algol	β Per
4	MENCER	Betelgeuse	α Ori
5	ALABOR	Sirio	α CMa
6	ALGOMIC	Procyon	α CMi
7	MAN9 URSI9	Talitha Borealis	ι UMa
8	COR LEONIS	Regulus	α Leo

³⁸⁷ Sobre los astrolabios con este calendario perpetuo ver punto 4.5.2.5. También ver capítulo 8 dedicado a Tratados del Astrolabio y SAMSÓ (2007), p. 70.

³⁸⁸ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

³⁸⁹ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculas, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en latín ³⁸⁹	Nombre actual de la estrella	Identificación
9	CORB9	Gienah Corvi	γ Crv
10	BENNAZ ³⁹⁰	Alkaid	η UMa
11	AhZEL	Azimech ó Spica	α Vir
12	ELRAMECh	Arturo	α Boo
13	COR SCORPIUS	Antares	α Sco
14	ELAYYE	Ras Alhage	α Oph
15	CAENT	Vega	α Lyr
16	UOLANT	Altair	α Aql
17	CAUDA CAPRICORN9	Deneb Algedi	δ Cap
18	ALREDAF	Deneb	α Cyg
19	ALFARAS	Scheat	β Peg
20	CAUDA CAYTOS	Deneb Kaitos	β Cet

Tres de los nombres rotulados para las estrellas no están en latín sino en catalán:

- CAENT para la estrella Vega ligada al significado de su nombre en árabe que quiere decir “águila que cae”. El puntero de esta estrella tiene forma de cabeza de gallo.
- UOLANT (leído “volant”) para la estrella Altair ligada al significado de su nombre en árabe que quiere decir “águila que levanta el vuelo”.
- CORB9 para la estrella de la constelación del Cuervo. En latín debería haber sido *corvus*, término que se trasladó al catalán como *corbus*.

Son estas tres palabras en catalán las que llevaron al filólogo Kurt Maier a considerar que este astrolabio se realizó en territorio catalano-parlante, es decir en la corona de Aragón.³⁹¹ El reverso de la *araña* conserva marcas de los diámetros y los círculos estructurales.

- *Láminas*: tiene dos *láminas* grabadas por ambas caras, sirviendo a un total de cuatro latitudes, todas peninsulares. Cada una lleva grabadas 18 curvas almiantares separadas de 5 en 5 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados sin valores numéricos rotulados. En la parte inferior lleva las 12 curvas de las horas desiguales o temporales con sus valores numéricos rotulados. Todas llevan grabadas las dos curvas crepusculinas en las horas 2ª y 11ª, es decir, en su posición correcta bajo la curva del horizonte. Las *láminas* no tienen ninguna inscripción alfabética. El tipo de *lámina* y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción numérica	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
1	1a	38 30 (38°30')	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 90 mm ; Espesor = 0,9 mm; Peso = 46 gr
	1b	42 (42°)	
2	2a	39 40 (39°40')	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 90 mm ; Espesor = 0,9 mm; Peso = 53 gr
	2b	41 (41°)	

³⁹⁰ La “Z” final está rotulada al revés, como si fuera un “2”.

³⁹¹ KING Y MAIER (1996), pp. 686-688.

Todas las latitudes corresponden a territorio peninsular:

- 38°30' es la latitud de Córdoba
- 39°40' es la latitud de Valencia
- 41° es la latitud de Barcelona o Zaragoza
- 42° es la latitud de Girona o Perpiñán y también de Roma

La presencia de tres latitudes de territorios de la Corona de Aragón y uno de la Corona de Castilla, unido a los tres nombres en catalán inscritos en la *araña* permiten situar al astrolabio en los reinos cristianos hispanos y en particular en la Corona de Aragón. Podría ser uno de los astrolabios documentados en el reinado de Pedro IV el Ceremonioso.

- *Trono*: tiene forma triangular con borde festoneado y con dos orificios que pudieron alojar incrustaciones de plata. Es de una sola pieza con la *corona* de la *madre*, tiene una altura de 20 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 32°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* en forma de Ω y una anilla circular.
- *Alidada*: tiene una longitud de 98 mm, una anchura de 6 mm y tiene un quiebro central. Sus dos pínulas de 12 mm x 8 mm están separadas 78 mm y pesa 14 gramos.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene 17 mm de longitud, su cabeza tiene un diámetro de 7 mm y pesa 3 gramos. El *caballete* pesa 1 gramo y parece ser una adición posterior.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue adquirido en 1893 por la Sociedad de Anticuarios de Londres cuando era su secretario general Sir Charles Hercules Read (1857-1929) tras ser presentado a la misma por I. G. Lloyd, miembro de dicha Sociedad. Ese mismo año, Read publicó la descripción y un dibujo del dorso del astrolabio en las actas de la institución de fecha 18 de mayo de 1893, además de un comentario dudando de su valor para la Sociedad de Anticuarios de Londres porque el astrolabio parecía no ser inglés sino español y sus estatutos les conminaban a centrar su atención en objetos relacionados con el patrimonio histórico del Reino Unido. No obstante, el astrolabio sigue estando en la Sociedad de Anticuarios y hoy está entre sus piezas más valoradas.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GUNTHER (1932), pp. 306-309; KING (2004), pp. 185-194; KING (2011a) p. 5 (apartado 6.3.1); KING y MAIER (1996), pp. 673-718; PRICE (1955), pp. 250 y 262; READ (1893), pp. 355-364; STAUTZ (1997), pp. 104 y 264.

C11: Astrolabio con tetralóbulo Museo de H^a de la Ciencia de Oxford

ICN / International Instrument Checklist Number = #2043

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Reinos Hispanos? ¿Inglaterra? ¿Italia? Fecha atribuida: s. XIV Material: Latón Diámetro: 15,4 cm Altura: 17 cm Espesor: 0,72 cm Peso = 790 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: gótica Inscripciones numéricas en notación occidental: <i>madre, dorso y láminas</i> Inscripciones alfabéticas en latín: <i>en dorso y araña</i> Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre, araña, 4 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión</i></p>		
<p>Conservado en: Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 47615)</p>		

1.- Aspectos generales

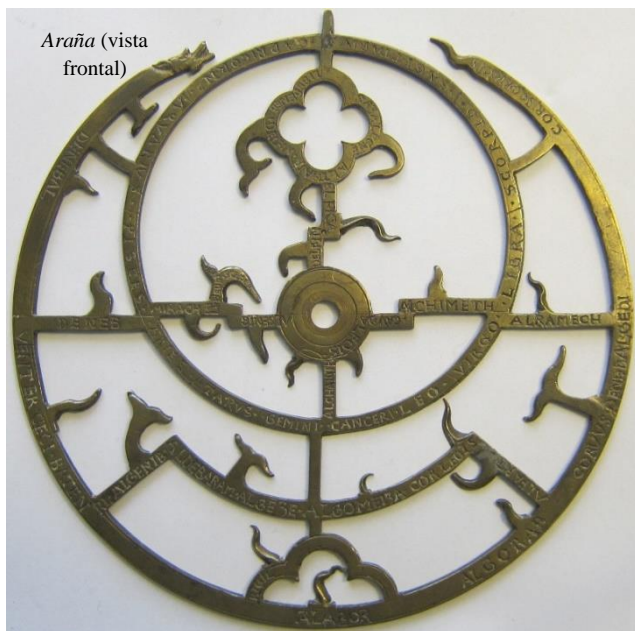
Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado completo y con todas sus inscripciones en latín. La historiografía no es unánime en cuanto a la atribución de taller. Mientras que la ficha del Museo de Historia de la Ciencia de Oxford indica origen europeo, sin más detalles, David King indicó posible origen italiano, en su listado de astrolabios latinos, pero sin aportar razones. Por último, Meliconi lo identifica como inglés, en la web del proyecto EPACT sin explicar por qué.³⁹² No hay razones para descartar su manufactura en un taller medieval hispano, quizá de la Corona de Aragón, por el buen número de astrolabios promovidos por Pedro IV el Ceremonioso que respondían a modelos europeos más que andalusíes, aunque tampoco hay datos que permitan afirmarla con rotundidad. Es por ello que se registra el posible origen hispano de este astrolabio y se incorpora a este catálogo con la prudente adición de un interrogante, a la espera de que futuras evidencias permitan decantarse por uno u otro origen.

En cuanto a la atribución de fecha, King no se decanta, Meliconi propone *ca.* 1370 y el museo de Oxford indica siglo XIV. Nuestra propuesta coincide con este rango de fechas y debió ser ciertamente el siglo XIV el que pudo alumbrar este astrolabio. Si fue de taller hispano, debió

³⁹² KING (2011a) p. 5, punto 6.3.9; MELICONI en <http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=98589&Level=Detail>

ser realizado en la Corona de Aragón, bajo el mecenazgo de Pedro IV el Ceremonioso (r. 1336-1387).

El astrolabio es de latón y sirve a seis latitudes (comprendidas entre los 33° y los 45°), mediante cuatro *láminas*, una de las cuales es una *lámina de horizontes*. La *araña* se ajusta a la tipología denominada gótica por contar con un tetralóbulo y un trilóbulo ubicados en su eje



vertical, es decir, en la banda solsticial. Es remarcable la presencia de una cabeza de dragón en el extremo izquierdo de la banda exterior de la *araña*, el círculo de Capricornio que, en este caso, parece querer jugar el papel de cuerpo del dragón rematado en una cola serpenteante en el extremo derecho. El hecho de que un dragón, el *drac pennat*, fuese uno de los símbolos heráldicos del rey Pedro IV el Ceremonioso, convierte esta circunstancia en un elemento a favor de su atribución a taller aragonés.

Su banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, la forma más habitual en la producción hispana. En cuanto a la banda solsticial, presenta un despliegue completo con tres puntos de discontinuidad y lleva incorporados dos elementos decorativos lobulares, como ya se ha indicado.

Presenta una grafía gótica homogénea, incisa, algo descuidada en su ejecución, excepto en el *dorso*, y con uso exclusivo de letras mayúsculas.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración abundante en la *araña*, que responde a la tipología denominada “gótica” por contar con formas tetralobuladas cerradas, y más escasa en el *trono*. La *araña* es asimétrica respecto al eje vertical y sus punteros son serpenteantes, en forma de flama con una variante de punteros duales que, anclados en un solo punto, se separan en dos ramas señalando dos estrellas diferentes. Cuenta además con tres elementos decorativos: un tetralóbulo y un trilóbulo, ambos ubicados en la banda solsticial (eje vertical), uno dentro de la eclíptica y el otro entre la banda ecuatorial y la banda de Capricornio, y una cabeza de dragón en el extremo derecho de la indicada banda que es la exterior de la *araña*. La banda solsticial se despliega de extremo a extremo del eje vertical presentando tres puntos de discontinuidad, mientras que la banda equinoccial tiene seis puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal.








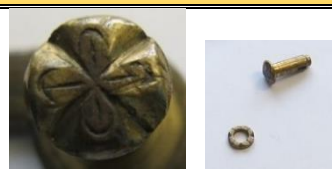
Tanto el tetralóbulo como el trilóbulo sirven de base de apoyo de punteros en forma de flama. En cuanto a la cabeza de dragón, es pilosa, y de aspecto fiero con la boca abierta, grandes

orejas abatidas y arcos superciliares prominentes.

El *clavo* que mantiene unidas todas las piezas presenta, en su cabeza, decoración de flor de cuatro pétalos, incisa. El sistema de fijación se completa con un pequeño círculo que refuerza la acción del *caballete* y está decorado con escamas de plata desplegadas a modo de pétalos de flor.

El *trono*, es pequeño, sencillo, de forma trilobular y lleva grabadas tres doubles circunferencias, una alojada en cada lóbulo, tanto por su anverso como por su reverso de forma casi idéntica al del astrolabio C7. Tres pequeños remaches ubicados en cada uno de los lóbulos por el reverso, refuerzan la estructura.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos [fotos © autora]:

Punteros de la araña			Adornos en la araña	
	Puntero en forma de flama	Puntero dual con base común		Estructura decorativa de la banda ecuatorial, asimétrica con remates laterales rectos con punteros y adorno central tetralobulado
Adornos en la araña				
	Elemento decorativo en forma de tetralóbulo inserto en la banda solsticial y en el que se apoyan 3 punteros	Elemento decorativo en forma de trilóbulo que cobija un puntero y sirve de apoyo a otro	Elemento decorativo en forma de cabeza de dragón de piel peluda y aspecto fiero con la boca abierta, grandes orejas abatidas y arcos superciliares prominentes.	
Trono				Clavo 
	Vista del anverso y el reverso. Forma trilobular con semicircunferencias grabadas en los dos inferiores. Remaches en el reverso, situados en los centros de los círculos.			

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 154 mm de diámetro que lleva adherida y remachada en diez puntos una *corona* de 9 mm de espesor y 8 mm de anchura. La *corona* lleva grabada una

escala graduada de 0° a 360° con los valores numéricos rotulados cada 5° y marcas de subdivisión cada 1°. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 381 gramos. El fondo de la *madre*, de 138 mm de diámetro sólo tiene grabados el círculo que representa el ecuador y los dos diámetros, el vertical que es la “línea meridiana” y el horizontal que es el “horizonte recto”. Esto es lo que primero se marca al elaborar una proyección estereográfica. El fondo de la *madre* está, por tanto, prácticamente en blanco.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta cuatro escalas de 0° a 90° rotuladas cada 5° y con el valor 0° en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 5° con marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco se graban con su nombre completo excepto en dos de ellos, mínimamente abreviados por problemas de espacio. Las inscripciones son: ARIES, TAVRVS, GEMINI, CANCER, LEO, VIRGO, LIBRA, SCORPIO, SAGITARI', CAPRICORN', AQVARIVS, PISCES.

Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero lleva marcados los días de cada mes, rotulados de 10 en 10 días (terminando en 30, 31 ó 28 según el mes). El segundo lleva rotulados los nombres de los meses, con sus nombres completos o ligeramente abreviados aunque, como ocurre con el zodiaco, había espacio suficiente para haber evitado las abreviaturas. Las inscripciones son: IANVARI', FEBRVARI', MARTIUS, APRILIS, MAIVS, IVNIVS, IVLIVS, AVGVST', SEPTEMB', OCTOBER, NOVEMB', DECEMB'

Se utilizan las habituales sustituciones de una o más letras de la terminación por un símbolo parecido a una comilla para la terminación “er” o para la terminación “us”.³⁹³

Según este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 11 de marzo.

Sigue una escala dividida en 28 partes, quizá pensada para representar el ciclo solar de 28 años pero no tiene ninguna inscripción, está inacabada. Tampoco tiene inscripción, ni numérica, ni alfabética el doble *cuadrado de sombras* graduado en doce partes y situado en la mitad inferior de la zona central del *dorso*. Sobre él, en la mitad superior, se ha grabado un doble *cuadrante horario universal* con sus seis curvas de las horas desiguales en cada cuadrante, pero sin rotular y por tanto de uso improbable.

- *Araña*: tiene un diámetro de 137 mm, un grosor de 2,2 mm y pesa 63 gramos. Es asimétrica respecto al diámetro vertical en lo que se refiere a la ubicación de los punteros estelares. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco con nombres idénticos a los grabados en el *dorso* en diez de los signos, excepto en dos de ellos que se han grabado así:

³⁹³ Sobre estas abreviaturas ver CAPELLI (1912), p. 25.

TARVS, SAGITTARIVS. En general la grafía usada en la *araña* es más irregular que la del *dorso*.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal, como es habitual en la producción andalusí e hispana. En cuanto a la banda solsticial, se despliega de extremo a extremo del eje vertical presentando tres puntos de discontinuidad y sirviendo de soporte a varios punteros.

Presenta un total de 32 punteros estelares de los cuales 19 están fuera del círculo de la eclíptica, dos de ellos sin rotular y 13 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta)³⁹⁴:

Nº	Inscripción en latín ³⁹⁵	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	MIRACH	Mirach	β And
2	VENTER CECI	Baten Kaitos	ζ Cet
3	BATEN RI	Menkar	α Cet
4	ALGENIB	Deneb Algenubi	η Cet
5	ALGENIB	Algenib	α Per
6	ALDEBARAM	Aldebarán	α Tau
7	ALCHAIOTH	Capella	α Aur
8	RIGIL	Rigel	β Ori
9	ALGEZE	Betelgeuse	α Ori
10	ALABOR	Sirio	α CMa
11	ALGOMEIZA	Procyon	α CMi
12	CAUDA LEOIS	Denébola	β Leo
13	ALFART	Alfard	α Hya
14	ALGORAB	Gienah Corvi	γ Crv
15	COR LEOIS	Regulus	α Leo
16	CORVVS	Gienah Corvi	γ Crv
17	DENEBALGEDI	ζ ?	ζ ?
18	ACHIMETH	Arturo	α Boo
19	ALRAMECH	Azimech ó Spica	α Vir
20	ELFICA	Alphecca	α CrB
21	COR SCORPIOIS	Antares	α Sco
22	RAZALEGNE	Ras Alhage	α Oph
23	ALTHAIR	Vega	α Lyr
24	LIBEDENEB	Altair	α Aql

³⁹⁴ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

³⁹⁵ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculos, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en latín ³⁹⁵	Nombre actual de la estrella	Identificación
25	DELFIN	Deneb Dulfín	ϵ Del
26	Sin inscripción	ζ ?	ζ ?
27	Sin inscripción	ζ ?	ζ ?
28	DENEBAL	Deneb Algedi	δ Cap
29	LIBEDENEB	Scheat	β Peg
30	DELFIN	ζ ?	ζ ?
31	SCEDER	Schedar	α Cas
32	DENEB	Deneb Kaitos	β Cet

Las inscripciones de los nombres de las estrellas presentan muchos errores y por ello se ha optado por identificar la estrella por la posición del puntero más que por el nombre grabado en él.³⁹⁶ Los punteros 3, 17, 23, 24, 29 y 30 tienen rotulados nombres incorrectos, a veces repetidos y otras veces intercambiados. Parece como si la información que se facilitó al calígrafo para hacer las inscripciones fuera confusa o bien se tratara de un calígrafo mediocre. El reverso de la *araña* está bastante rayado y conserva marcas de los diámetros, los círculos estructurales y la escala en grados de los signos del zodiaco de la eclíptica.

- *Láminas*: tiene cuatro láminas, tres grabadas por ambas caras sirviendo a un total de cinco latitudes comprendidas entre los 33° y los 45° norte y otra grabada sólo por una cara que es una *lámina de horizontes*. Todas las proyecciones estereográficas tienen 30 curvas almicantares separadas de 3 en 3 grados y sin rotular y cuatro de ellas llevan grabadas 24 curvas azimutales separadas de 15 en 15 grados, las otras dos carecen de ellas. Sólo la cara que sirve a la latitud de 45° lleva grabadas las 12 curvas de las *horas desiguales* combinadas con las 12 casas astrológicas con sus valores numéricos rotulados del 1 al 12 y la curva crepusculina cuyos extremos se ubican en las *horas desiguales* 2ª y 11ª.

El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

Lám.	Cara	Inscripción (sólo números)	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
1	1a	33	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 138 mm; Espesor = 0,6 mm; Peso = 70 gr
	1b	36	
2	2a	38	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 138 mm; Espesor = 0,6 mm; Peso = 69 gr
	2b	45	
3	3a	42	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 138 mm; Espesor = 0,6 mm; Peso = 70 gr
	3b	No hay inscripción ³⁹⁷	
4	4a	/33, 41, 49/ /42, 34/ /32,40,48/ /45,37/ /31,39,47/ /36,44/ /30,38,46/ /35, 43/ ³⁹⁸	De horizontes por la cara “a” y en blanco por la cara “b” Diámetro= 153 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 82 gr
	4b	En blanco	

³⁹⁶ Las inscripciones erróneas no se recogen en la Tabla general del Anexo 1 para no trasladar los errores innecesariamente.

³⁹⁷ No hay número inscrito pero las curvas almicantares grabadas corresponden a una latitud de 41°.

³⁹⁸ Se ha iniciado el conteo por el cuadrante superior derecho.

La *lámina de horizontes* “4a” tiene los horizontes grabados cada cuatro grados pero rotulados cada ocho como se indica en la tabla. En general, las *láminas* parecen incompletas con escasa rotulación numérica y careciendo completamente de la alfabética. Exceptuando las latitudes 33° y 45°, todas las demás corresponden al territorio peninsular, así como siete de los horizontes grabados en la *lámina de horizontes*.

- *Trono*: es pequeño, sencillo y de forma trilobular y forma una sola pieza con la *madre* y su *corona*. Tiene una altura de 16 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 22°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* formada por una banda acanalada de metal sujeta al *trono* por un clavo de gran cabeza que acoge una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 141 mm de longitud, 3,16 mm de anchura y un peso de 39 gramos. Tiene un quiebro central que la divide en dos segmentos y conserva sus dos pínulas de 14 mm x 13,5 mm separadas entre sí 101 mm. Lleva grabada una escala rotulada con los números 1 al 6 en cada uno de los dos segmentos.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene 20 mm de longitud, su cabeza tiene un diámetro 10 mm y pesa 5 gramos. El *caballete* de 2 gramos parece una adición posterior.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Está documentada la compra del astrolabio por el coleccionista británico Jack Albert Billmeir en París al anticuario Nicolas Landau en una fecha comprendida entre 1955 y 1957 para después donarlo en 1957 al Museo de Historia de la Ciencia de Oxford junto a otros instrumentos científicos.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

KING (2011a), p. 5 (apartado 6.3.9)

Catálogos on-line:

EPACT (European Project: Electronic Catalogue of Medieval and Renaissance Scientific Instruments from four European Museums), Astrolabe 90. <http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=98589&Level=Detail> (Última consulta 17/06/2016).

Museum of the History of Science “Ficha del astrolabio nº de inventario 47615”. http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=253.html (Última consulta 17/06/2016).

C12: Astrolabio hispano del Museo Aga Khan de Toronto

ICN / International Instrument Checklist Number = #4560

FRENTE	Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Corona de Castilla: Toledo?, ¿Corona de Aragón: Zaragoza, Mallorca? Fecha atribuida: ca. 1300-1400	DORSO
	Material: Latón y plata nielada Diámetro: 13,3 cm Altura: 15,3 cm Espesor: 0,5 cm Peso = --- gr	
<p align="center"> Grafía: gótica, nasjí y hebrea cuadrada sefardí Inscripciones numéricas en notación occidental: <i>madre, dorso y láminas</i> Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>dorso y araña</i> Inscripciones alfabéticas en árabe: en <i>dorso, araña, trono y 1 lámina</i> Inscripciones alfabéticas en hebreo: en <i>láminas</i> Inscripción de autoría y fecha: no tiene Inscripción en árabe en el trono: <i>Su propietario es el pobre Mas'ūd que confía en Aquel que debe ser adorado"</i> </p>		
<p align="center">Elementos: <i>Madre, araña, 4 láminas, alidada, clavo, caballete, trono y sistema de suspensión</i></p>		
<p align="center">Conservado en: Museo Aga Khan de Toronto (Canadá), (nº inv. AKM611)</p>		

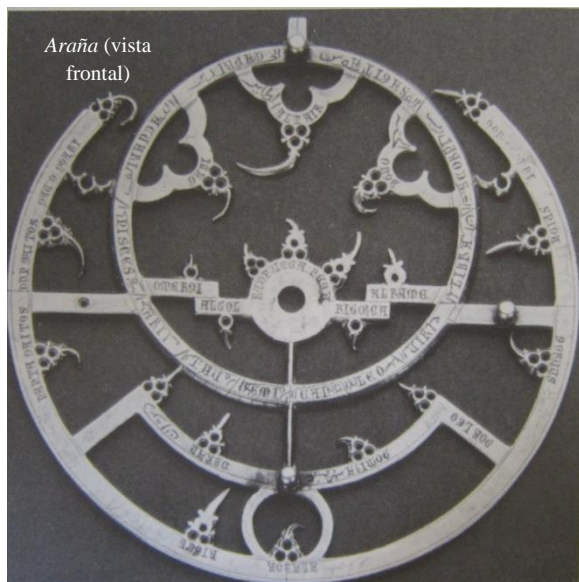
1.- Aspectos generales³⁹⁹

Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado completo y se considera una importante prueba de la multiculturalidad de los reinos hispanos medievales. Presenta unas características que permiten situar su construcción en un taller hispano de entre 1300 y 1400, bien de Toledo (Corona de Castilla) o de Zaragoza o Mallorca (Corona de Aragón). Presenta inscripciones en tres de las lenguas que convivían en los reinos hispanos medievales, latín, árabe

³⁹⁹ Este astrolabio no se ha podido estudiar *in situ*. El contenido de la ficha se ha extraído de la bibliografía indicada al final, sobre todo del completísimo estudio que realizó el Dr. David King y que vertió en varias publicaciones recogidas en la bibliografía. Se espera también alguna aportación sobre las inscripciones en hebreo de este astrolabio en el futuro libro de la Dra. Josefina Rodríguez Arribas (*A Cultural History of Astrolabes Among Jews: Manuscripts and Instruments*).

y hebreo con discretos referentes vernáculos en algunas palabras latinas.⁴⁰⁰ Se considera que posiblemente fueron tres manos (cristiana y hebrea primero y luego musulmana) o incluso más de tres, pero todas medievales, las que contribuyeron a forjar el instrumento que nos ha llegado.

La historiografía es unánime en cuanto a la atribución de taller a los reinos hispanos cristianos en el siglo XIV aunque hay diferencias sobre el lugar concreto donde se pudo hacer. Mientras Sophie Makariou se inclina por Toledo como posible lugar de construcción, David



King considera que pudo ser Toledo o Zaragoza. Las razones esgrimidas, en ambos casos, son débiles pues sólo se basan en la presencia en esas ciudades de población de las tres culturas, cristiana, islámica y judía. Hoy se puede afirmar que esa multiculturalidad se daba en todos los reinos cristianos y por eso se propone añadir otro importante núcleo multicultural, como fue Mallorca, a la lista de posibles lugares de construcción de este astrolabio por el buen número de astrolabistas mallorquines que aparecen en la documentación durante el siglo XIV. En la web del museo Aga Khan, donde se

conserva el astrolabio, sugieren taller andalusí, que sería nazarí por la cronología atribuida pero, aunque toda la producción astrolabista hispana tiene sus referentes en la andalusí, la mayoría de las inscripciones de este astrolabio están en latín y eso invita a considerarlo realizado en un reino cristiano, sin excluir la participación de andalusíes en el proceso constructivo.

Hay varios datos que sustentan la hipótesis de que el astrolabio, realizado en un taller con judíos y cristianos trabajando juntos, pasó en un determinado momento a manos de un musulmán que modificó la cuarta *lámina* (de la que se habla más adelante), mandó añadir los cartuchos de plata nielada en el *dorso* y dejó constancia de su identidad grabando, en un lugar discreto pero visible, en el tornillo del *sistema de sustentación*, su nombre y una alabanza a Dios “*Su propietario es el pobre Mas’ūd que confía en el rey que debe ser adorado* [es decir, Dios]”⁴⁰¹.

El astrolabio es de latón y sirve a ocho latitudes (comprendidas entre los 32°30’ y los 49°30’), con cuatro *láminas* grabadas por ambas caras. Su *dorso* llama la atención porque tanto los nombres de los signos del zodiaco como los de los meses del año, relativos al calendario zodiacal, están grabados en árabe sobre cartuchos de plata nielada mientras que el resto de

⁴⁰⁰ KING (2005c), pp. 863-864. Palabras como “Ombra” para “sombra” (en latín “umbra”) o “Acuari” para “Acuarius” (en latín “Aquarius”) apuntan a esas derivas del latín hacia las lenguas vernáculos, en este caso, el castellano.

⁴⁰¹ KING (2005c), p. 848. David King lanza la hipótesis de que el astrolabista cristiano que realizó la mayor parte del astrolabio lo dejó sin terminar quizá por que murió a causa de la peste de 1348 pues ninguna otra razón podría justificar dejar un astrolabio de esta calidad sin terminar. Luego pasó a manos del musulmán *Mas’ūd* que completó o mandó completar lo que faltaba.

elementos del *dorso* están grabados en latín y en numeración occidental sobre el latón de base.⁴⁰² Tanto la bicromía como el bilingüismo confirman que nos encontramos ante un objeto único y representativo de la multiculturalidad medieval hispana. La *araña* destaca por su elegancia, con elementos decorativos en forma de trilóbulos y punteros geométricos de resonancias andalusíes con los nombres de las estrellas rotulados en latín y en árabe también. El hebreo es más escaso y sólo aparece en las *láminas*.

La grafía más rotunda e incisa, de cuidada ejecución y uso exclusivo de mayúsculas, es la gótica para las inscripciones en latín, seguida de la grafía *nasjí* de las inscripciones en árabe. La grafía hebrea, de tipo cuadrado sefardí se reduce a unas inscripciones alfanuméricas poco incisivas en las *láminas* para indicar los valores de la latitud.

2.- Aspectos decorativos

Este elegante astrolabio tiene elementos decorativos en la *araña*, el *dorso* y el *trono*. La *araña* presenta un alto grado de simetría respecto al eje vertical y destacan en ella tres elementos decorativos trilobulares en la parte superior del interior del anillo de la eclíptica. Sus punteros son suavemente curvos sobre base lobulada con uno o tres orificios y la *araña* conserva tres de los cuatro *mudīr* en forma de esferitas de plata. La banda equinoccial tiene cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y la solsticial une el círculo central con el anillo de la eclíptica y con la banda ecuatorial. La estructura de la banda ecuatorial remata en los laterales con bandas rectangulares coronadas por punteros (aunque sólo lo es el del lado derecho, el del izquierdo es meramente decorativo, destinado a mantener la simetría) y aloja en el centro un círculo decorativo que acoge el puntero de la estrella Sirio.








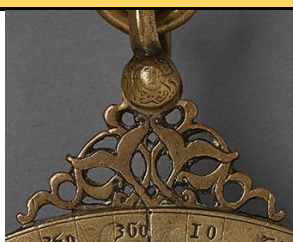

El *dorso* lleva incrustados 24 cartuchos de plata nielada, de forma rectangular con los laterales trilobulados, en los que se inscriben los nombres de los meses del año y los signos del zodiaco en árabe con grafía *nasjí* y algunos adornos de tipo geométrico en torno a las letras.⁴⁰³ En opinión de David King, los cartuchos de plata nielada formaron parte de la construcción inicial del astrolabio pero, bien se grabaron en latín primero y luego se regrabaron en árabe o bien se dejaron en blanco por el primer constructor cristiano y después el segundo constructor realizó la grabación en árabe.

El *trono* tiene forma triangular-acampanada con una serie de dobles palmetas entrelazadas, prácticamente idéntico al del astrolabio nazarí de ibn Ḥātim de mediados del siglo XIII (ficha A24). El tornillo que une el *asa* al *trono* lleva grabada una inscripción en árabe en grafía *nasjí* por el anverso y el reverso que identifica a uno de sus propietarios. Es el único astrolabio de producción hispana que lleva una inscripción en ese lugar.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

⁴⁰² ATIL (1985), p. 47. El “nielo” es un material negro con brillo metálico que se usa para hacer incrustaciones. El “nielo” es realmente una aleación de sulfuros de plata, cobre, oro y plomo. Para nielar una pieza de plata, como estos cartuchos, primero hay que grabar las acanaladuras que lo van a contener, en este caso los nombres de los signos del Zodiaco y después rellenarlas con el “nielo”. Cuando ya está incrustado, se pule todo con un abrasivo para darle brillo.

⁴⁰³ KING (2005c), pp. 889 y 899

Punteros de la araña				
	Punta curvada sobre base trilobulada con tres perforaciones que apoya en un trifolio decorativo donde se inscribe el nombre de la estrella		Punta curvada sobre base trilobulada con tres perforaciones	Punta recta sobre base circular con orificio central
Adornos en la araña				
	Estructura de la banda ecuatorial rematada por dos bandas rectas rematadas por puntero de base trilobulada con tres orificios. Círculo central que cobija un puntero con mudir de plata en la parte superior			Círculo entre la banda ecuatorial y el anillo exterior que aloja un puntero
Adornos en el dorso				
	Cartuchos de plata nielada con inscripción en árabe en caligrafía nasjí			
Trono				
	Forma triangular acampanada con decoración vegetal de dobles palmetas entrelazadas. Detalle de la cabeza del clavo con la inscripción del propietario del astrolabio.			

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 133 mm de diámetro que lleva adherida y remachada en catorce puntos una *corona* que tiene grabada una escala graduada de 0° a 360° con los valores numéricos rotulados cada 10° en grafía occidental y marcas cada 5° y cada 1°. Merece destacarse que la cifra “2” se inscribe siempre en posición invertida, algo que se considera un elemento retardatario, pero presente en algunos manuscritos medievales tanto en los reinos hispanos como en el resto de Europa desde el siglo X en adelante.⁴⁰⁴ En el lateral exterior de la *corona* se ha grabado una escala de las horas iguales asignando 15° a cada hora y con los números rotulados del 2 al 12 con un retallado posterior, del siglo XVI probablemente, de números del 1 al 11. El fondo de la *madre* está en blanco y deja ver las huellas dejadas en el latón por las incrustaciones de los cartuchos del *dorso*.

⁴⁰⁴ KING (2000), p. 309.

- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta dos escalas, en los dos cuadrantes superiores, de 0° a 90°, rotuladas cada 10° con subdivisiones cada 5° y cada 1° y con el valor 0° en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical. Los dos cuadrantes inferiores presentan divisiones cada 15° pero no hay ningún valor numérico rotulado.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados en cifras occidentales cada 10° con marcas de subdivisión cada 5° y cada 1° y el segundo los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco están grabados en árabe en cartuchos de plata nielada, como ya se ha indicado, y con caligrafía *nasjī* que se introdujo en al-Andalus en periodo nazarí, y por tanto en las fechas atribuidas a este astrolabio.⁴⁰⁵ Los nombres grabados son los habituales de los signos del zodiaco en árabe (ver punto 10.1.2).⁴⁰⁶ De las dos opciones para el nombre del signo de Géminis se ha elegido الجوزا (*al-ŷawzā* = el gigante).

Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero lleva marcados los días de cada mes, rotulados en cifras occidentales de 10 en 10 días (terminando en 30, 31 ó 28 según el mes). El segundo lleva rotulados los nombres de los meses en árabe con grafía *nasjī*, con sus nombres habituales (ver punto 10.1.2) grabados en cartuchos de plata nielada. Cada nombre lleva encima un número del 1 al 7 en notación *abŷad* que indica en que día de la semana comienza cada uno, siendo 1 (= domingo), 2 (= lunes), ... hasta 7 (= sábado). La secuencia numérica grabada aquí es como sigue: 1 (enero), 4 (febrero), 4 (marzo), 7 (abril), 2 (mayo), 5 (junio), 7 (julio), 3 (agosto), 6 (septiembre), 3 (octubre), 4 (noviembre) y 6 (diciembre).

Según este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde a un punto intermedio entre el 13 y el 14 de marzo.

En la mitad inferior del espacio central está grabado un doble *cuadrado de sombras* graduado en doce partes, tanto en la escala vertical como en la horizontal, con las rotulaciones numéricas cada cuatro partes y las inscripciones “OMBRA RE9TA” y “OMBRA UERSA”, en grafía gótica, en las escalas horizontal y vertical respectivamente. El uso de un “9” en el lugar de una “C” en algunos de los nombres que contienen esa letra (como el caso de “RECTA”) es otro de los aspectos peculiares de este astrolabio considerado un localismo de corta pervivencia en el tiempo.⁴⁰⁷ El uso de la palabra “ombra” para “sombra” en lugar del latín “umbra” muestra las derivas que ya tenía el latín en estas fechas hacia las lenguas vernáculas, el castellano en este caso.⁴⁰⁸

⁴⁰⁵ A pesar de que la grafía *nasjī* está presente en inscripciones de la Alhambra y en objetos de marfil nazaríes, David King considera que es más probable que las realizadas en los cartuchos de este astrolabio sean de mano egipcia o siria pues es un tipo de grafía más usada en esas partes del Islam (ref. KING (2005c), pp. 869-870).

⁴⁰⁶ KING (2005c), p. 857-858. Algunos de los nombres en árabe de los signos llevan grabadas las vocales débiles como si fueran fuertes y esto es inusual.

⁴⁰⁷ KING (2000), p. 309. King considera esta tipografía para la “C” un detalle local y de reducida duración, pues ni su uso es generalizado en el propio astrolabio (hay letras “C” que se escriben correctamente) ni aparece en otros astrolabios o manuscritos medievales.

⁴⁰⁸ KING (2005c), p. 863.

• *Araña*: es levemente asimétrica respecto al diámetro vertical en lo que se refiere a la ubicación de los punteros estelares. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco en latín, algunos abreviados y otros completos, como sigue: ARI, TAU, GEMI, CAN, LEO, UIR, LIBRA, SCORPI, SAGITA, CAPRI, ACUARI, PISCES. En los espacios que dejan libres estas inscripciones, se han inscrito los nombres en árabe de los signos del zodiaco como están en el *dorso*, en grafía *nasjí* y de forma algo descuidada.

La banda equinoccial se interrumpe en cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal, como es habitual en la producción andalusí e hispana y la solsticial, se despliega desde el centro hasta la eclíptica y de allí hasta la banda ecuatorial.

Presenta un total de 21 punteros estelares de los cuales 11 están fuera del círculo de la eclíptica, y 10 dentro. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta).⁴⁰⁹

Nº	Inscripción en latín ⁴¹⁰	Inscripción en árabe y transliteración	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	PANTA 9AITOS	بطن <i>baṭn</i>	Baten Kaitos	ζ Cet
2	ALGOL	غول <i>gūl</i>	Algol	β Per
3	DBRAN	دبران <i>dabarān</i>	Aldebarán	α Tau
4	RIGEL	رجل الجوزا <i>riḡl al-ḡawzā</i>	Rigel	β Ori
5	ALABOR	العبور <i>al-'abūr</i>	Sirio	α CMa
6	9OMIZA	الغميصا <i>al-gumayṣā</i>	Procyon	α CMi
7	COR LEO	اسد <i>asad</i>	Regulus	α Leo
8	RIGORCA	رجل <i>riḡl</i>	Tania Borealis	λ UMa
9	9ORUUS	غراب <i>gurāb</i>	Gienah Corvi	γ Crv
10	SPI9A	اعزل <i>a'zal</i>	Azimech ó Spica	α Vir
11	ALRAME	---	Arturo	α Boo
12	FE9A	فكة <i>fakka</i>	Alphecca	α CrB
13	ON9E	الحية <i>al-ḥaya</i>	Unukalhai	α Ser
14	9OR S9ORPI	قلب <i>qalb</i>	Antares	α Sco
15	UEGA	الواقع <i>al-wāqi'</i>	Vega	α Lyr
16	ALTAIR	لطانر <i>al-ṭā'ir</i>	Altair	α Aql
17	9AUD 9OARI	جدي <i>ḡadī</i>	Deneb Algedi	δ Cap

⁴⁰⁹ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

⁴¹⁰ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculas, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Nº	Inscripción en latín ⁴¹⁰	Inscripción en árabe y transliteración	Nombre actual de la estrella	Identificación
18	9ABI	----	Ji Pegasi	χ Peg
19	RADF	ردف <i>ridf</i>	Deneb	α Cyg
20	OMER9I	---	Scheat	β Peg
21	DNP 9AITOS	---	Deneb Kaitos	β Cet

Los punteros llevan su inscripción con el nombre de la estrella en latín y al lado, en el espacio disponible, su nombre en árabe, muchas veces abreviado y en cuatro casos inexistente o ilegible. La grafía es *nasjī* y poco incisa. Se trata, sin duda de una adición posterior realizada para un usuario árabe-parlante, muy probablemente *Mas'ūd*, cuyo nombre figura en la inscripción ubicada sobre el *trono*.

El reverso de la *araña* conserva algunas marcas de los círculos estructurales y los diámetros.

- *Láminas*: tiene cuatro *láminas*, grabadas por ambas caras, cada una con 15 curvas almicantares separadas de 6 en 6 grados, 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, y, en la parte inferior, las 12 curvas de las *horas desiguales*. No se ha rotulado ningún valor numérico.

Las inscripciones en cada *lámina* son numéricas en cifras occidentales y en hebreo y alfabéticas en el caso del árabe que sólo aparece en la cuarta *lámina*:

Lám.	Cara	Inscripción en cifras occidentales (zona central)	Inscripción en hebreo (números) (zona inferior)	Inscripción en árabe (zona central)
1	1a	32 ½ (la fracción está escrita al revés: 2/1)	32 30	---
	1b	42	42	---
2	2a	40	40	---
	2b	45	45	---
3	3a	43	43	---
	3b	49 ½ (la fracción está escrita al revés: 2/1)	49 30	---
4	4a	40	40	عرض الجزائر <i>arḍ al-Ġazā'ir</i> (latitud de Argel)
	4b	---	---	---


La cuarta *lámina* se diferencia claramente de las otras tres tanto en su grosor (un 20% más de peso) como en la información grabada en ella, por lo que debió ser añadida por el comitente musulmán *Mas'ūd*. Esta cuarta *lámina* tiene, además de la inscripción en árabe en el mismo tipo de grafía *nasjī* que la utilizada en el resto de inscripciones árabes del astrolabio, correspondiente a la ciudad de Argel, las curvas correspondientes a dos de las horas del *salat* o rezo islámico, lo cual corrobora de nuevo su uso por un musulmán. No hay inscripciones con el nombre de dichas horas pero, por su posición, corresponden a los dos rezos de la tarde, *al-ḡuhr* y *al-ʿaṣr*. Por la

otra cara no hay ninguna inscripción pero las curvas de la proyección estereográfica grabada corresponden a la latitud de la Meca.

En las otras tres *láminas*, que debieron ser las originales, sorprende que esté duplicada la latitud de 40° que podría corresponder a Toledo y la de 45° que podría corresponder a Toulouse. Por otro lado, la latitud 42 suele asignarse a Girona o Perpiñán, aunque a veces también a Barcelona.

- *Trono*: tiene forma triangular-acampanada con una serie de dobles palmetas entrelazadas, prácticamente idéntico al del astrolabio nazarí de ibn Hātim de mediados del siglo XIII (ficha A24). Tiene una altura de 20 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 35°.

El tornillo que une el *asa* al *trono* lleva grabada una inscripción en árabe en grafía *nasjī* por el anverso y el reverso que dice:

Inscripción en árabe y traducción	Imagen de la inscripción
<p>صاحبه الفقير مسعود (anverso)</p> <p>الواثق بالملك المعبود (reverso)</p> <p><i>Su propietario es el pobre Mas'ūd</i> <i>que confía en el rey que debe ser adorado</i> [es decir, Dios]</p>	

La inscripción incluye la palabra “pobre” (*faqīr*) que se aplica al que necesita la ayuda de Dios y denomina “rey” a Dios pues “rey” (*malik*) es uno de los 99 nombres de Dios en el Corán. No obstante, la expresión de alabanza que se utiliza aquí no es coránica ni está entre las atribuidas al Profeta y por eso resulta algo peculiar.⁴¹¹

No se ha encontrado documentación hasta el momento de ningún Mas'ūd activo en la península Ibérica (al-Andalus o los reinos cristianos) en el periodo medieval. Sin embargo se sabe que Mas'ūd era el nombre del padre de un importante astrónomo del siglo XIV nacido en Tlemecén (Argelia) con antecedentes andalusíes que fue *muwaqqit* de las mezquitas de Fez, Túnez, Jerusalén y Damasco.⁴¹²

- *Sistema de suspensión*: lo compone un *asa* en forma de Ω que acoge una *anilla* circular.
- *Alidada*: conserva las dos pínulas, los extremos en punta y el habitual quiebro central con un cuadrado en su centro.
- *Clavo y caballete*: parecen adiciones posteriores. El *caballete* tiene forma circular.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio salió a la venta el 15 de abril de 1999 en una subasta de Christie's en Londres y se describió brevemente por primera vez por David King en el catálogo de dicha subasta (lote 52). Fue adquirido por un coleccionista privado cuya identidad se desveló unos

⁴¹¹ KING (2005c), pp. 901-902.

⁴¹² KING (2002-2003), pp. 106-108

años después, el Aga Khan, en cuyo museo de arte islámico ubicado en Toronto se exhibe en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

JUNOD y GRAVES (2010), p. 230; KING (2000), pp. 307-316 y 324-327; KING (2001), p. 312, fig. D2; KING (2002-2003), pp. 9-156; KING (2005c), pp. 831-962.; KING (2011a), p. 6 (apartado 6.4.19); MAKARIOU (2009), p. 92.

Catálogos on-line

Aga Khan Museum “Planispheric astrolabe accession number AKM611 ”

<https://www.agakhanmuseum.org/collection/artifact/planispheric-astrolabe> (última visita 11-11-2016)

C13: Astrolabio de Petrus Raimundi de Barcelona

ICN / International Instrument Checklist Number = #3053

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Petrus Raimundi</p> <p>Lugar: Barcelona (Corona de Aragón)</p> <p>Fecha: 1375</p> <p>Material: Latón con trazas de dorado</p> <p>Diámetro: 10,9 cm</p> <p>Altura: 12,7 cm</p> <p>Espesor: 0,7 cm</p> <p>Peso = 420 gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: Gótica</p> <p>Inscripciones numéricas: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>araña</i> y <i>láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en latín: en <i>madre</i>, <i>dorso</i>, <i>araña</i> y <i>láminas</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha: (en el contorno exterior lateral de la <i>corona</i> de la <i>madre</i>):</p> <p>HOC ASTRALABIUM BARCHINONE: ANNO XPI 1375 PER PETRUM RAIMŪDI: DE DOMO REGIS ARAGONUM: LATI BARCHINONE: 41: LONGI 39: ⁴¹³</p>		
<p>Elementos: <i>Madre</i>, <i>araña</i>, 5 <i>láminas de latitud</i>, <i>alidada</i>, <i>clavo</i>, <i>caballete</i>, <i>trono</i> y <i>sistema de suspensión</i>.</p>		
<p>Conservado en: Museo de Bellas Artes de Boston (nº inv. 88654)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico es el único firmado y datado de todos los realizados en los reinos cristianos hispanos medievales que han llegado a nuestros días. Fue realizado en 1375 por Pedro Raimundo en Barcelona y por tanto se encuadra en la importante producción astrolabista de los talleres de la Corona de Aragón durante el reinado de Pedro IV *el Ceremonioso*.

Sobre la posible identidad de Pedro Raimundo, miembro de la casa del rey de Aragón como él mismo se denomina, se propone la hipótesis de que estuviera emparentado con el médico del mismo nombre, Petrus Raimundi, autor de la obra médico-filosófica *Tractatus primus Rosae Philosophiae* fechada en 1338 y que, por tanto, el firmante del astrolabio pudiera

⁴¹³ Traducción: “Este astrolabio [hecho] en Barcelona, en el año de Cristo de 1375, por Petrum Raimundi, de la casa del rey de Aragón, latitud de Barcelona 41, longitud 39”.

ser también médico formado en el Estudio General de Lleida.

El astrolabio está completo y con todas sus inscripciones alfabéticas en latín y presenta la particularidad, no sólo de estar firmado y datado sino de que esa inscripción de autoría se ubique en un lugar poco habitual, el contorno lateral exterior de la *corona* de la *madre*. La grafía es gótica, en mayúsculas y homogénea con una grabación incisa de letras y números.



Es de latón con trazas de un dorado que cubre algunas de sus partes, y sirve a 10 latitudes (comprendidas entre los 30° y los 66°), en cinco *láminas* grabadas por ambas caras. Tres de ellas llevan grabado de forma muy leve apenas visible los nombres de las ciudades a las que corresponde la latitud, Valencia, Barcelona y París, respectivamente. Su *dorso* responde al modelo habitual en los astrolabios andalusíes y de los reinos cristianos hispanos con su calendario zodiacal y un doble *cuadrado de*

sombras con una escala adicional con las veintiocho casas de la luna. Su *araña* presenta un diseño singular con un anillo ecuatorial completo que corta a la eclíptica en los puntos equinocciales, Aries y Libra, con dos semicírculos decorativos en la barra equinoccial, elementos ambos poco frecuentes en los astrolabios medievales y con una banda semicircular en la parte inferior que sirve de apoyo a los punteros estelares de esa zona. Todos los punteros estelares son similares, en forma de flama serpenteante y el astrolabio se remata con un *trono* decorativo con dos volutas foliadas.

2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña*, el *trono*, el *asa del sistema de sustentación*, y en el contorno lateral de la *corona* de la *madre*, donde está la inscripción.




En lo que respecta a la *araña* presenta punteros en forma de flama serpenteante muy frecuente en los astrolabios de los reinos cristianos europeos de los siglos XIV y XV, entre ellos, dos astrolabios de este catálogo (fichas C8, C10). Además tiene un círculo decorativo con centro en el eje vertical ubicado entre el anillo ecuatorial y el anillo del círculo polar y dos semicírculos en la banda equinoccial, a ambos lados del anillo polar central. El círculo con centro en el eje vertical tiene referentes andalusíes y los semicírculos horizontales aparecen en algún astrolabio mameluco y en otro astrolabio de este catálogo (ficha C8). En el capítulo 7 se han estudiado los referentes formales de estos elementos decorativos. La banda equinoccial sólo presenta un punto de discontinuidad en su intersección con el anillo de la eclíptica por la derecha, salvo las ya mencionadas inclusiones de los semicírculos.



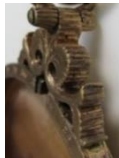
El *trono* se configura de forma simétrica respecto a su eje vertical, con dos volutas foliadas rematadas en forma de cola de pez que se apoyan sobre el borde exterior de la *corona* de la



madre, justamente donde empieza y termina la importante inscripción de autoría y fecha. Parece como si los extremos de este decorativo *trono* enmarcaran la inscripción. El anverso y el reverso del *trono* son idénticos en forma pero el anverso presenta más curvas grabadas. Su diseño puede ponerse en relación con los *tronos* de dos astrolabios nazaríes de Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo (fichas A27 y A289), pero con un punto adicional de sofisticación, evolucionando de las formas geométricas de Ibn Bāṣo al toque más naturalista de las volutas foliadas y las formas de cola de pez. También hay relación formal entre el *trono* del astrolabio de Petrus Raimundi y el dibujado en el *Libro del Astrolabio Llano* de Alfonso X que forma parte de su compendio *Libro del Saber de Astrología*.⁴¹⁴ Por último, merece destacarse la relación formal del *trono* de Petrus Raimundi con el del conocido como “astrolabio de Urbino” probablemente realizado en 1462.⁴¹⁵

Para terminar, merece destacarse la poco habitual forma trilobulada del *asa* del *sistema de sustentación* y la presencia de una cruz patada en el inicio de la inscripción de autoría ubicada en el contorno lateral exterior de la *corona* de la *madre*.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros y adornos de la araña			
	Puntero en forma de flama serpenteante	Adorno circular en el eje vertical y pareja de adornos semicirculares en el eje horizontal, flanqueando el anillo polar central	Elemento decorativo semicircular

Trono			
	Vista frontal	Vista posterior	Vista lateral

Sistema de suspensión		Contorno lateral de la corona de la madre	
	Asa en forma trilobular	Cruz patada al inicio de la inscripción de autoría	

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son⁴¹⁶:

- *Madre*: consta de una placa circular de 109 mm de diámetro y 1 mm de espesor a la que se adhiere una *corona* de 7 mm de espesor y 6 mm de anchura. La *corona* lleva grabada una escala

⁴¹⁴ Sobre este tratado del astrolabio ver capítulo 8 sobre Tratados del Astrolabio.

⁴¹⁵ Detalles de este astrolabio en KING (2011b), pp. 22-26.

⁴¹⁶ Estudio completo de este astrolabio incluida su contextualización histórica y artística en HERNÁNDEZ PÉREZ (2017a).

graduada de 0° a 360°, con los valores numéricos rotulados de 10 en 10 grados, con marcas de subdivisión cada 5° y cada 1°. La *corona* está rota y faltan las partes de la escala entre 356° y 360° y desde 0° a 5°. El dígito 2 del número 20 de la escala está grabado como imagen especular de la letra mayúscula Z. Esta inversión ocurre solamente una vez en la *corona* pero más veces en el *dorso*. El fondo de la *madre* tiene un diámetro útil de 97 mm y está en blanco. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 140 gramos.

El contorno lateral exterior de la *corona* acoge la inscripción en latín y grafía gótica con letras mayúsculas incisas de 1,84 mm de altura media. El texto de la inscripción se ubica entre el grado 49 y el 340 de la *corona* de la madre e indica el nombre del astrolabista y/o comitente del astrolabio, la ciudad, la fecha y unos datos astronómicos. La inscripción, precedida por una cruz patada, dice así [ver figura adjunta] :

HOC ASTRALABIUM BARCHINONE: ANNO XPI 1375 PER PETRUM RAIMŪDI:
DE DOMO REGIS ARAGONUM: LATI BARCHINONE: 41: LONGI 39:

Su traducción: “Este astrolabio [hecho] en Barcelona, en el año de Cristo de 1375, por Petrum Raimundi, de la casa del rey de Aragón, latitud de Barcelona 41, longitud 39.”

La posible identidad de Pedro Raimundo ya se ha tratado en el capítulo 3 (punto 3.5.2), proponiendo la hipótesis de que estuviera emparentado con el médico del mismo nombre, Pere Ramon (Petrus Raimundi en la documentación), autor de la obra médico-filosófica *Tractatus primus Rosae Philosophiae* fechada en 1338 y que, por tanto, pudiera ser médico también formado en el Estudio General de Lleida.

La ciudad, Barcelona, y el año de 1375, sitúan al astrolabio en el reinado de Pedro IV *el Ceremonioso*, rey de Aragón, Valencia, Mallorca y Conde de Barcelona de 1336 hasta su muerte en 1387. En lo que respecta a las coordenadas geográficas que se indican en la inscripción, la latitud de 41° que es la que se asignaba a Barcelona en la Edad Media, mientras que la longitud de 39° requiere explicación.⁴¹⁷ El valor actual de la longitud de Barcelona respecto a Greenwich es 2°12’Este pero Greenwich no se estableció como meridiano cero hasta 1844. Varios lugares como Alejandría, Arin, Meca, París, Cádiz, las Islas Canarias, Nápoles o las Azores fueron



Fig. C13.a. Fragmentos de la inscripción en el contorno lateral exterior de la *corona* de la *madre*.

designados como meridiano cero para medidas de longitud geográfica a lo largo de la Edad Media. El valor de 39° para la longitud de Barcelona, que figura en la inscripción, probablemente se refiere al llamado *meridiano del agua* que aparece como meridiano cero en fuentes históricas andalusíes. Ese punto corresponde a un lugar en el océano Atlántico situado a 17°30’ al oeste

⁴¹⁷ KING (2004), p. 198. King lee “longitude 28” en lugar de 39 quizá porque trabajó con fotografías de poca resolución. Por lo tanto, la explicación que da para justificar el valor 28 de la longitud no es aplicable.

del lugar más occidental de las Islas Canarias, como estableció Azarquiel en 1080, en sus *Tablas Toledanas*.⁴¹⁸ Considerando que la isla del Hierro es la más occidental del archipiélago y que la longitud del Roque del Guincho, su cabo más occidental, es de 18°10'Oeste de Greenwich, se obtiene una longitud de 35°40'Oeste de Greenwich para el *meridiano del agua* andalusí. Barcelona tendría, por tanto, una longitud respecto a ese meridiano de 37°52'Este. El valor de longitud indicado en la inscripción es de 39° que difiere en menos de un 1° del valor calculado aquí y por tanto se considera un error aceptable. Este astrolabio de Petrus Raimundi se convierte en un testimonio del uso del *meridiano del agua* andalusí en el establecimiento de coordenadas geográficas en la península Ibérica en el siglo XIV.

- *Dorso*: tiene grabados seis anillos. El más exterior presenta una escala graduada de 0° a 90°, en cada uno de sus cuatro cuadrantes, con marcas de división de 5 en 5 grados y subdivididos cada 1°. Los dos cuadrantes superiores tienen rotulados los valores cada 5° mientras que en los dos inferiores es cada 10°. El orden de numeración (valor 0°) empieza en los extremos este u oeste de los cuadrantes y termina (valor 90°) en los extremos norte o sur, respectivamente. El dígito 2 de los valores 20° y 25° aparece como imagen especular de la letra mayúscula Z, al igual que se ha indicado en la *corona* de la *madre*.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los signos del zodiaco, con una asignación de 30° a cada uno y el segundo los valores de los grados rotulados cada 10° y con marcas de subdivisión cada 5° y cada 1°. Los nombres de los signos del Zodiaco en latín aparecen grabados así:

ARIES TAURUS GEMINI CANCER LEO VIRGO LIBRA
SCORPI9 SAGITARI9 CAPCORN9 AQUARI9 PISCES

Cuatro de los signos terminan en “9”, una abreviatura usual en la Edad Media para la terminación “us”.⁴¹⁹ La pequeña marca sobre la letra “P” en Capricornio es la abreviatura de “RP”.⁴²⁰

Los anillos tercero y cuarto son excéntricos respecto a los del Zodiaco para hacer notar la excentricidad de la eclíptica y llevan grabados los meses del año del año juliano con los días rotulados cada 10 días (10-20-31 para los meses de 31 días y 10-20-28 para febrero). Los nombres de los meses del año aparecen grabados así:

IANUARIUS FEBRUARI9 MARCIUS APRILIS MAYYUS IUNIUS
IULIUS AUGUSTUS SEPTEMBER OCTOBER NOUEMBER DECEMBER

En este caso, solo se ha usado la abreviatura “9” en el nombre en latín del mes de febrero. El nombre MAYYUS es una variante ortográfica del nombre habitual en latín MAIUS. El punto Aries que marca el equinoccio de primavera corresponde al 12 de marzo.

⁴¹⁸ Sobre el “meridiano del agua” y su posición, ver SAMSÓ (2011), pp. 90, 469-470; COMES (1994a); COMES (1995).

⁴¹⁹ CAPELLI (1912), p. 25.

⁴²⁰ KING (1993a), pp. 59-60. La abreviatura de “Capricornio” con una marca sobre la “p” aparece también en astrolabios medievales hechos en Francia (i.e. ICN #202 y #337) y de los Países Bajos (i.e. ICN #566), entre otros.

Por último, el quinto anillo, el más interior tiene grabadas las 28 mansiones lunares con sus números rotulados del 1 al 28. La primera mansión se corresponde con el grado 25 de Aries.

Un doble cuadrante horario con las curvas de las 12 horas desiguales, seis desde la salida del sol al mediodía y seis desde ese momento a la puesta del sol, está ubicado en la parte superior del espacio central mientras que en el inferior se ubica un doble *cuadrado de sombras* con sus escalas verticales y horizontales graduadas en 12 partes cada una y rotuladas de tres en tres (3,6,9 y 12) y sin inscripciones alfabéticas.

- *Araña*: tiene un diámetro de 97 mm, un espesor de 0,7 mm y pesa 40 gramos. Su diseño es inusual pues incorpora un anillo ecuatorial graduado en 360°, rotulados de 10° en 10° que corta al anillo de la eclíptica en los dos puntos equinocciales situados en los inicios de los signos de Aries y Libra. El astrolabio anónimo y sin fechar que se conserva en el museo de la universidad Jagiellonian de Cracovia (Polonia), tiene un anillo ecuatorial similar pero con dos aberturas laterales.⁴²¹ Tanto el anillo exterior de la *araña*, correspondiente al círculo de Capricornio, como el mencionado anillo ecuatorial, cuentan con escalas graduadas entre 0° y 360°, rotuladas cada 10° y con subdivisiones cada 2°. El anillo exterior está dañado por su parte superior y ha perdido la parte correspondiente a los grados 356° a 360°. El cero de la escala coincide con el grado cero de Capricornio. El anillo ecuatorial está completo y el cero de su escala corresponde al grado cero de Aries. En ambos anillos los valores van creciendo en sentido contrario a las agujas del reloj. Incorpora in semicírculo concéntrico y muy próximo al círculo exterior de la *araña*, en su mitad inferior, donde se apoyan los punteros estelares de esa zona. La banda equinoccial, que une los puntos este y oeste del anillo exterior de la *araña*, está quebrada una vez y tiene dos semicírculos decorativos.

El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del zodiaco, cada uno de ellos dividido en tres partes de 10° y subdividido cada 2°. Los nombres de los signos del zodiaco están grabados como sigue:

ARIES , TAURUS , GEMIN , CANCE , LEO , UIRGO , LIB RA , SCORPI9 , SAGITARI9 ,
CAPRICORN9 , AQARI9 , PIS CES.

En este caso son cuatro los signos que sustituyen su terminación en “us” por “9”, algo frecuente en el latín medieval, como ya se ha indicado. El poco espacio disponible para los nombres de los signos de Géminis y Cáncer fuerza la eliminación de las letras finales, quedando como GEMIN y CANCE. Los nombres de LIBRA y PISCES aparecen fraccionados con un espacio central destinado a permitir la soldadura del anillo de la eclíptica con el ecuatorial. El signo de Acuario aparece como AQARIUS que es una de las variantes medievales del nombre de este signo.

Presenta un total de 22 punteros estelares en forma de flama serpenteante, de los cuales 10 están dentro del anillo de la eclíptica y 12 fuera. Todos ellos tienen rotulado el nombre de la estrella

⁴²¹ Es el astrolabio ICN #567. Mi agradecimiento a Mr. Marcin Barnas conservador del Museo Jagiellonian Collegius Maius por facilitarme el estudio del astrolabio.

cuya posición señalan. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta)⁴²²:

Nº	Inscripción en latín ⁴²³	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	MIRAD	Mirach	β And
2	PANTACAYTAC	Baten Kaitos	ζ Cet
3	ALGETENAR	Achernar	α Eri
4	ALDEBARAN	Aldebarán	α Tau
5	RIGIL	Rigel	β Ori
6	YOUD	Capella	α Aur
7	ALHABOR	Sirius	α CMa
8	ALGOME	Procyon	α CMi
9	ALFARAR	Alfard	α Hya
10	COR LEO	Regulus	α Leo
11	URSA	Tania Borealis	λ UMa
12	CORUUS	Algorab	δ Crv
13	BMENAX	Tania Australis	μ UMa
14	ALGORAB	Gienah Corvi	γ Crv
15	ALAY	Alkaid	η UMa
16	AZIMECH	Spica	α Vir
17	ALRAMECH	Arturo	α Boo
18	ALPHAC	Alphecca	α CrB
19	UEGA	Vega	α Lyr
20	ATAYR	Altair	α Aql
21	DELFIN	Deneb Dulfín	ϵ Del
22	DENEBCAYTO	Deneb Kaitos	β Cet

Hay varios punteros cuyo nombre no corresponde con la posición que ocupan y algunos ocupan posiciones que no se encuentran en otros astrolabios de la época rotulados con un nombre poco frecuente. Las asignaciones se han hecho más en base a la posición del puntero que al nombre inscrito, cuando había dudas.

El reverso de la *araña* conserva marcas del trabajo de taller, en concreto marcas de punzón y las líneas de las marcas de las escalas de los tres anillos que tiene.

- *Láminas*: tiene cinco *láminas* grabadas por ambas caras, todas completas con 18 curvas almicantares grabadas a intervalos de cinco grados y 36 curvas azimutales a intervalos de diez grados, pero sin los valores numéricos rotulados. Todas las *láminas* tienen grabadas las curvas

⁴²² Para significado de Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

⁴²³ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

de las 12 *horas desiguales o temporales* pero sin los valores numéricos rotulados. Todas llevan en su parte central una inscripción en letras mayúsculas de la abreviatura de latitud “LA” seguida del valor en grados de dicha latitud. El tipo de *lámina* y sus inscripciones son:

Lám.	Cara	Inscripción	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
1	1a	LA 30	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 97 mm; Espesor = 1 mm; Peso = 37 gr
	1b	LA 36	
2	2a	LA 39 Valecia	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 97 mm; Espesor = 0,9 mm; Peso = 42 gr
	2b	LA 40	
3	3a	LA 41 Barcelona	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 97 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 38 gr
	3b	LA 42	
4	4a	LA 45	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 97 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 46 gr
	4b	LA 48 Paris	
5	5a	EQUINOC CIUM	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro = 97 mm; Espesor = 1 mm; Peso = 40 gr
	5b	LA 66	

Las inscripciones "Valecia", "Barcelona" y París" en las caras 2a, 3a y 4b, apenas se ven, están poco incisas y grabadas de forma tosca y descuidada con una letra minúscula, a modo de *grafiti*, diferente del resto de las inscripciones. Estas adiciones podrían no ser medievales.

La *lámina* 5 lleva por una cara la inscripción “EQUINOCCIUM” con las curvas de la proyección estereográfica de la bóveda celeste para una latitud de 0°, es decir, correspondiente a cualquier punto geográfico del ecuador terrestre. Por la otra cara lleva las curvas relativas a la latitud 66° que tampoco identifica a un lugar conocido en el siglo XIV y que se asocia al fin del mundo habitado en las fuentes medievales y en lugar de las 12 curvas de las *horas desiguales*, lleva las curvas de las casas astrológicas pero sin nombres rotulados. Esta *lámina* se incluyó para la realización de cálculos astronómicos, matemáticos e incluso astrológicos.

Es relevante indicar que las latitudes de 30°, 36°, 41°, 45° y 48° corresponden a los valores centrales de cinco de los siete climas ptolemaicos y que aparecen frecuentemente en los astrolabios medievales.⁴²⁴

- *Trono*: tiene forma de doble voluta foliada con terminación en cola de pez. Tiene una altura de 18 mm, un espesor de 7 mm y sus extremos abarcan un ángulo de 40°. Se fija en cuatro puntos a la *corona* de la *madre* mediante soldadura.
- *Sistema de suspensión*: lo componen el *asa* trilobulada y con dos extremos tronco-cónicos de superficie acanalada que se fijan al *trono* mediante un tornillo y una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene una longitud total de 108 mm, una anchura de 7 mm y un peso de 21 gr. Conserva las dos pínulas rectangulares de 14 mm x 10 mm situadas a 76 mm de distancia entre

⁴²⁴ KING (1999), p. 27.

ellas con un orificio circular interior y otro semicircular abierto en la arista inferior de cada pínula. La *alidada* no lleva grabada ninguna escala, conserva sus dos extremos en punta y el habitual quiebro central.

- *Regleta frontal*: tiene una longitud de 61 mm, una anchura de 7 mm y un peso de 5 gr. Tiene la misma forma que una de las mitades de la *alidada*.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* tiene una longitud total de 19 mm, un diámetro de 7 mm rematado por una cabeza de 11 mm de diámetro, siendo su peso total de 6 gr. Parece original. El *caballete* es una adición contemporánea.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue donado al Museo de Bellas Artes de Boston en 1888 por Mrs. A.C. Baldwin junto a un reloj de sol del siglo XVII (nº inv. 88653). El astrolabio pertenecía a la Sra. Baldwin al menos desde 1876. Nada se sabe de cómo llegó a sus manos ni de su recorrido antes de esa fecha.

5.- Análisis metálico de las piezas del astrolabio

El astrolabio fue sometido a un análisis XRF (Fluorescencia por Rayos X) el 31/10/2013 por Michele Derrick, Associate Research Scientist del Scientific Research Laboratory del Museo de Bellas Artes de Boston, con los resultados que a continuación se detallan.⁴²⁵ Merecen destacarse las diferencias en las aleaciones de las distintas partes del astrolabio. La *madre*, la *corona* y el *trono* tienen una composición muy similar, podría decirse que idéntica salvando los errores de medida. La *araña* presenta el más alto porcentaje de zinc, sin casi presencia de estaño y por tanto se hizo con el latón más valorado en el periodo medieval. La *alidada*, el *clavo* y la *regleta* son de un latón con un porcentaje apreciable de estaño y el *caballete*, que es una adición contemporánea, no es de latón, es de cobre.

Los resultados del análisis metálico en porcentaje de peso de cada metal son:⁴²⁶

Pieza	% Cu	% Zn	% Sn	% Pb	% Ag
<i>Madre</i>	83,2	15,9	0,64	0,54	0,42
<i>Corona de la madre</i>	83,8	15,2	0,71	0,53	0,44
<i>Trono</i>	83,7	15,0	0,77	0,65	0,51
<i>Araña</i>	80,1	19,6	0,14	0,48	0,42
<i>Lámina 1</i> (latitudes 30° y 36°)	80,8	19,1	0,10	0,39	0,35
<i>Lámina 2</i> (latitudes 39° y 40°)	83,2	16,6	0,16	0,28	0,48
<i>Lámina 3</i> (latitudes 41° y 42°)	81,2	18,7	0,09	0,33	0,48
<i>Lámina 4</i> (latitudes 45 y 48°)	83,9	16,00	0,09	0,29	0,41
<i>Lámina 5</i> (latitudes 0° y 66°)	82,6	17,0	0,31	0,44	0,39

⁴²⁵ Mi agradecimiento a Mrs. Abigail Hykin (curator), Mr. Michele Derrick (associate research scientist) y Mrs. Rebecca Tilles (curatorial research fellow) por facilitarme el informe completo de este análisis XRF.

⁴²⁶ Sólo se indican los metales más importantes: Cu (cobre), Zn (zinc), Sn (estaño), Pb (plomo), Ag (plata).

<i>Alidada</i>	79,6	19,5	1,5	0,07	0,19
<i>Clavo</i>	86,8	9,9	2,7	0,87	0,41
<i>Caballote</i>	99,8	0,24	0,05	0,36	0,32
<i>Regleta</i>	84,6	11,1	4,6	0,29	0,26

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA DE ESTE ASTROLABIO

HERNÁNDEZ PÉREZ (2017a) en prensa; KING (1995a), pp. 380 y 396, fig. 16; KING (2004), pp. 198-199; KING (2011a) p. 4 (apartado 6.2.6); KING y MAIER (1996), p. 697.

Catálogo on-line:

Museum of Fine Arts Boston. Astrolabe. Accession number 88654.
<http://www.mfa.org/collections/object/planispheric-astrolabe-61726>. (última consulta 10/01/2014)

C14: Astrolabio Hebreo del British Museum

ICN / International Instrument Checklist Number = #158

<p>FRENTE</p> 	<p>Constructor: Anónimo</p> <p>Lugar atribuido: ¿Reinos Hispanos? ¿Italia?</p> <p>Fecha atribuida: 1300-1400</p> <hr/> <p>Material: Latón</p> <p>Diámetro: 9,2 cm</p> <p>Altura: 11 cm</p> <p>Espesor: 0,4 cm</p> <p>Peso = --- gr</p>	<p>DORSO</p> 
<p>Grafía: hebrea cuadrada sefardita</p> <p>Inscripciones numéricas en notación hebrea alfanumérica: en <i>madre, dorso y láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en lengua judeo-arábica: en <i>madre, dorso y araña</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre, araña, 5 láminas, trono y alidada</i></p>		
<p>Conservado en: Museo Británico (nº inv. 1893,6-16.3)</p>		

1.- Aspectos generales⁴²⁷

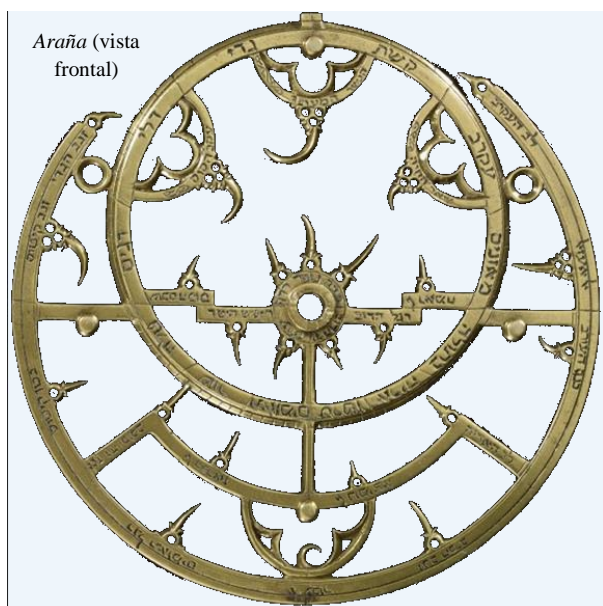
Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado casi completo, le falta el *sistema de suspensión* y con todas sus inscripciones en lengua judeo-arábica.⁴²⁸ La historiografía no es unánime en cuanto a la atribución de taller, así Robert Gunther en 1932 le atribuyó taller hispano pero la ficha del Museo Británico mantiene un interrogante doble tanto a taller hispano como a italiano. Por último, la web del proyecto EPACT apuesta sólo por origen hispano y David King no se decanta. En cuanto a la cronología todos optan por el siglo XIV. Las comunidades hebreas de los reinos cristianos hispanos jugaron un papel esencial en la construcción y difusión de los astrolabios y este ejemplar responde a esa circunstancia. Pudo hacerse tanto en la corona de Castilla como en la de Aragón aunque la documentación conservada de ésta última con varios judíos implicados en encargos reales, invita a asignarlo a

⁴²⁷ Este astrolabio no se ha podido estudiar in situ y por tanto no se cuenta con la misma información que en aquellos estudiados a fondo. El contenido de la ficha se ha extraído de la bibliografía indicada al final. Se espera la próxima aparición de un libro de la Dra. Josefina Rodríguez Arribas dedicado a los astrolabios hebreos donde se estudia a fondo este ejemplar (*A Cultural History of Astrolabes Among Jews: Manuscripts and Instruments*).

⁴²⁸ La historiografía había identificado un total de cinco astrolabios con inscripciones en hebreo pero el proyecto de investigación "The Jewish Astrolabes Project" liderado por Charles Burnett del Warburg Institute de Londres ha incrementado esa lista encontrando nuevos astrolabios o partes de ellos con inscripciones en hebreo. Los resultados están aún sin publicar. Información del proyecto en <http://gtr.rcuk.ac.uk/projects?ref=AH/I003800/1>

taller de Aragón durante los reinados de Pedro IV o de Juan I, ambos en el siglo XIV.

Es de latón, y sirve a diez latitudes (comprendidas entre los 33° y los 43°), con cinco láminas grabadas por ambas caras. Su *araña* es simétrica respecto al eje vertical y presenta unos



adornos en semicírculo que acogen trilóbulos inscritos, todo de excelente factura. El *trono* tiene un elegante diseño con tres cuadrifolios dispuestos en formación triangular.

Todas sus inscripciones alfabéticas están hechas en hebreo con grafía cuadrada sefardita y las numéricas en notación hebrea alfanumérica.⁴²⁹



2.- Aspectos decorativos

Este astrolabio presenta decoración en la *araña* y el *trono*. La *araña* tiene sus punteros de punta recta o levemente curvada sobre base trilobulada con tres perforaciones o base

circular con una perforación. Conserva en los cuatro puntos cardinales los cuatro *mudīr* para ayudar al giro de la *araña*. La estructura decorativa de la banda ecuatorial remata en bandas rectas a ambos extremos y aloja un adorno en semicírculo que lleva inscrito un trilóbulo que acoge un puntero. Ese mismo adorno se repite tres veces en la parte superior del espacio interior de la eclíptica. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal y el fragmento de banda solsticial se despliega en dos segmentos, entre el círculo central y la banda ecuatorial pasando por la eclíptica.

El *trono* tiene un elegante diseño, que evoca los vanos góticos. Su forma es triangular acampanada con borde festoneado y lo forman tres cuadrifolios. La pieza se ha construido mediante la superposición de tres capas de metal.

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña		
	Punta levemente curvada sobre base trilobulada con tres perforaciones. Todo ello sobre uno de los adornos en semicírculo con trilóbulo inscrito.	Punta recta sobre base circular con un orificio

⁴²⁹ Una explicación de la notación hebrea alfanumérica en ABUZAYED, KING & SCHMIDL (2011), p. 18.

Adornos en la araña		
	Estructura de la banda ecuatorial rematada por bandas rectangulares a ambos lados y adorno central	Adorno central en trilóbulo inscrito en un semicírculo entre la banda ecuatorial y el anillo exterior
Trono		
	Forma triangular acampanada con borde festoneado y tres cuadrifolios. Detalle de la estructura en tres capas superpuestas de metal con la que se ha construido el trono	

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: lleva adherida una *corona* graduada de 0° a 360°, con divisiones cada 5° y subdivisiones cada 1° y valores numéricos rotulados de 10° en 10°. En el fondo están grabado un *calendario perpetuo* formado por un conjunto de seis escalas circulares concéntricas con la siguiente información debidamente rotulada:
 - los 28 años del ciclo solar ⁴³⁰
 - los 7 días de la semana
 - la indicación de los años bisiestos, cada 4 años
 - los 12 meses del año en lengua judeo-arábiga y grafía hebrea cuadrada sefardí, transliterado como sigue: *Yanir, Febrir, Mars, Avril, Mayah, Yunyah, Yulyah, Agust, Setenber, October, Novenber, Dejember*
 - el día de la semana en que empieza cada uno de los 12 meses de los años ordinarios: 3, 6, 6, 2, 4, 7, 2, 5, 1, 3, 6, 1. ⁴³¹
 - el día de la semana en que empiezan cada uno de los 12 meses de los años bisiestos: 3, 6, 7, 3, 5, 1, 3, 6, 2, 4, 7, 2.
- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta dos escalas de 0° a 90° rotuladas cada 10°, con divisiones cada 5° y subdivisiones cada 1° y con el valor 0° en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical, ubicadas en los dos cuadrantes superiores. Los dos cuadrantes inferiores están en blanco.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 10° con marcas de subdivisión cada 5° y cada 1° y el segundo

⁴³⁰ Cada 28 años el día de la semana en que cae el 1 de enero se vuelve a repetir.

⁴³¹ Esto quiere decir que si el 1 de enero cae en martes (3° día de la semana), el 1 de febrero caería en viernes (6° día de la semana) y así sucesivamente para los 12 meses.

los signos del zodiaco con sus nombres rotulados en hebreo y con una asignación de 30° a cada uno. Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero tiene marcados los días de cada mes (31, 30 ó 28) con sus valores rotulados cada 10 días. El segundo lleva grabados los nombres de los doce meses en judeo-árabe. El punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 12 de marzo.

En la mitad superior del espacio central está grabado un doble cuadrante horario universal sin los valores numéricos rotulados. En la mitad inferior de ese espacio central está grabado un doble *cuadrado de sombras* graduado en doce partes con los valores numéricos rotulados de cuatro en cuatro, tanto en la escala vertical como horizontal que se completan con las inscripciones “*tzel haphukh*” (sombra versa) y “*tzel yashar*” (sombra recta)”.

- *Araña*: el anillo de la eclíptica lleva grabados doce signos del zodiaco en judeo-arábigo. La banda equinoccial presenta cuatro puntos de discontinuidad en su despliegue lineal, lo habitual en la producción andalusí. Conserva en los cuatro puntos cardinales los cuatro *mudīr* para ayudar al giro de la *araña*. Presenta un total de 24 punteros estelares, de los cuales 12 están dentro del círculo de la eclíptica y 12 fuera. El puntero del borde izquierdo de la banda ecuatorial no lo es tal y por eso está rotulado con la frase “*en zeh kokhav*” (esto no es una estrella). Su presencia se debe a motivos estéticos, para mantener la simetría del diseño de la *araña* y estructurales, para asegurar su solidez. Los nombres de las estrellas en los punteros están algunos en hebreo y otros en judeo-árabe, como sigue: Beten Qitus; En zeh kokhav; Rosh ha-Shor; Al-Dabaran; Regel Teumim; 'Ayyuq; Al-'Abur; Al-Gumitza; Yad ha-Dov; Zenav ha-Kelev; Regel ha-Dov; Lev ha-Aryeh; Kenef ha-'Orev; Al-A'zal; Al-Ramih; [ilegible]; Tzevar ha-Hayah; Lev ha-Aqrav; Nofel; Ha-Nesher ha-me'ofef; [ilegible]; Egev ha-Sus; Zenav ha-Gedi; Shekhem ha-Sus; Zenav Qitus.⁴³²

- *Láminas*: tiene cinco *láminas* grabadas por ambas caras con 18 curvas almicantares separadas de 5 en 5 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados a intervalos de diez grados, y sólo la *lámina* 3 por su cara “b” cuya latitud corresponde a Toledo (40°) lleva los valores numéricos rotulados en hebreo en notación alfanumérica. Todas las *láminas* tienen grabadas las curvas de las *horas desiguales o temporales*, pero de nuevo, sólo la 3b las lleva rotuladas. Cada *lámina* tiene en su parte central una inscripción como sigue:

Lám. /cara	Inscripción numérica en hebreo	Lám. /cara	Inscripción numérica en hebreo
1a	33	1b	43
2a	35	2b	42
3a	36	3b	40
4a	37	4b	41
5a	38	5b	39

⁴³² Todas las transliteraciones del hebreo se han sacado de la ficha del Museo británico accesible online: http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=54859&partId=1&searchText=astrolabe&images=true&from=ad&fromDate=1000&to=ad&toDate=1500&page=1.

Siete de las diez latitudes corresponden a lugares de la península Ibérica y de hecho se barre toda la península de grado en grado de latitud, desde los 36° de Algeciras a los 42° de Girona.

- *Trono*: tiene forma triangular acampanada con borde festoneado y tres cuadrifolios calados ubicados de forma simétrica respecto al eje vertical. Se ha construido superponiendo tres capas de metal, adheridas y con los interfaces visibles. El *trono* está soldado a la *corona* de la *madre*, tiene una altura de 18 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 45°.
- *Sistema de suspensión*: no tiene
- *Alidada*: conserva las dos pínulas y presenta un quiebro central
- *Clavo y caballete*: parecen una adición contemporánea

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

El astrolabio fue adquirido en 1893 por el British Museum junto a otras piezas pertenecientes a la importante colección de Frédéric Spitzer (1810-1890), un coleccionista de arte austriaco cuya colección salió a subasta en 1893, tres años después de su muerte. Sus piezas se repartieron entre el British Museum, la National Gallery de Londres y el Museo Victoria & Albert de Londres. La casa de subastas que intermedió en la adquisición del astrolabio fue Rolling & Feuardent, dirigida por Claude Camille Rolling y Felix Feudaert y afincada en Londres desde 1867.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

GOLDSTEIN (1976); GUNTHER (1932), p. 304; KING (2011a) p. 6 (apartado 6.5.2); PRICE (1955), pp. 364 y 372; RODRÍGUEZ ARRIBAS (2017) en prensa.

Catálogos on-line:

- *EPACT (European Project Electronic catalogue of medieval and renaissance scientific instruments from four European museums)*, Astrolabe 37. <http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?Sort=Place&ENumber=60286> (Última consulta 10/01/2014)
- *British Museum*. Astrolabe. Registration number 1893,6-16.3. http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=54859&partId=1&searchText=astrolabe&images=true&from=ad&fromDate=1000&to=ad&toDate=1500&page=1. (Última consulta el día 10/01/2014).

C15: Astrolabio de aves y leones Museo de Hª de la Ciencia de Oxford

ICN / International Instrument Checklist Number = #2041

FRENTE	Constructor: Anónimo Lugar atribuido: ¿Reinos Hispanos? Fecha atribuida: ca. 1350-1450	DORSO
	Material: Latón Diámetro: 17,1 cm Altura: 19,4 cm Espesor: 0,96 cm Peso = 1716 gr	
<p align="center">Grafía: gótica</p> <p>Inscripciones numéricas en notación occidental: <i>madre, dorso, araña y láminas</i></p> <p>Inscripciones alfabéticas en latín: <i>en dorso, araña y láminas</i></p> <p>Inscripción de autoría y fecha: no tiene</p>		
<p>Elementos: <i>Madre, araña, 7 láminas, alidada, clavo, caballete, trono, sistema de suspensión y regleta frontal.</i></p>		
<p>Conservado en: Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 45307)</p>		

1.- Aspectos generales

Este astrolabio planisférico de autor desconocido nos ha llegado completo y con todas sus inscripciones en latín. La historiografía no es unánime en cuanto a la atribución de taller. Mientras que la ficha del Museo de Historia de la Ciencia de Oxford indica como más probable su origen hispano aunque con un interrogante, David King indicó posible origen italiano, en su listado de astrolabios latinos, pero con un interrogante también. Por último, la web del proyecto EPACT lo identifica como “hispano-morisco”, término que, en este contexto debe entenderse como “hispano con referentes andalusíes”. Ciertamente hay referentes tanto de los astrolabios taifas como almohades en la *araña* de este ejemplar dotada de punteros zoomorfos y elementos decorativos polilobulados, sin olvidar el *trono* y su pareja de leones confrontados y de rostros expresivos, presentes en escultura, yeserías, marfiles y bronce andalusíes. Aunque hubo presencia islámica en el sur de Italia, no duró tanto tiempo como en la península Ibérica por lo que las influencias estéticas en objetos tan peculiares como los astrolabios no se consolidaron del mismo modo. Por ello se considera que la atribución a taller hispano es más probable que a uno italiano, salvo que futuras evidencias aporten datos adicionales.

En cuanto a la atribución de fecha, tanto King como el museo de Oxford la plantean en *ca.* 1300. Es ciertamente el siglo XIV el que pudo alumbrar un astrolabio de esta elegancia y



perfección en lo ornamental y ello pudo ocurrir tanto en la Corona de Aragón, bajo el mecenazgo de Pedro IV el Ceremonioso, como en la de Castilla con un rey filo-andalusí como Pedro I. No obstante lo anterior, y teniendo en cuenta que la producción andalusí de astrolabios se mantuvo en al-Andalus hasta finales del siglo XV, no puede descartarse la posibilidad de que se realizara en ese siglo, en lugares de alta actividad económica y artística unida a un floreciente pasado andalusí, como Valencia o Sevilla. La presencia en el trono del astrolabio de una flor de lis,

frecuente en los símbolos heráldicos de los judíos conversos invita a relacionarlo con la comunidad judía, tanto de Castilla como de Aragón, involucrada siempre con la ciencia y la instrumentación científica.

El astrolabio es de latón y sirve a trece latitudes (comprendidas entre los 22° y los 51°), mediante seis *láminas* grabadas por ambas caras y otra grabada sólo por una cara. La *araña* destaca por su elegancia, rigurosa simetría y perfecta simbiosis entre los punteros zoomorfos en forma de cabezas de ave con largos picos y los geométricos que recuerdan arcos apuntados polilobulados en su intradós y extradós. El conocido como “astrolabio Caird” que se conserva en el Museo Nacional Marítimo de Greenwich (ficha C7) es el más cercano a este, en cuanto a diseño de la *araña*, de entre los astrolabios de este catálogo.

Su banda equinoccial se interrumpe en seis puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal, dos más que lo habitual en la producción hispana. En cuanto a la banda solsticial, cuenta con un pequeño fragmento entre la eclíptica y la banda ecuatorial.

Presenta una grafía gótica homogénea, incisa, muy cuidada y con uso exclusivo de letras mayúsculas.

2.- Aspectos decorativos







Este astrolabio es el más ornamental de toda la producción hispana y presenta decoración abundante en la *araña* y el *trono*. La *araña* es simétrica respecto al eje vertical, una característica buscada en los astrolabios hispanos, aunque no siempre completamente conseguida. De entre sus punteros destacan, por su delicadeza y buena factura técnica, los seis zoomorfos en forma de cabeza de ave con largos picos. Las aves representadas son de idéntica forma aunque las posiciones de sus cabezas y la longitud de los picos se adaptan a las necesidades concretas de la

ubicación de la estrella que señalan. Los referentes andalusíes de ese tipo de punteros son los dos astrolabios de Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī realizados en Toledo en la segunda mitad del siglo XI (fichas A6 y A7). Notables son también los punteros que recuerdan a arcos apuntados con intradós y extradós lobulados y rematados por una punta que indica la posición de la estrella. Para estas formas hay varios referentes, tanto en la producción andalusí como en la latina hispana (i.e fichas A7 y C6), aunque sin duda las que más se le asemejan son las del denominado “astrolabio Caird” del Museo Nacional Marítimo de Greenwich (ficha C7) con formas lobuladas similares.

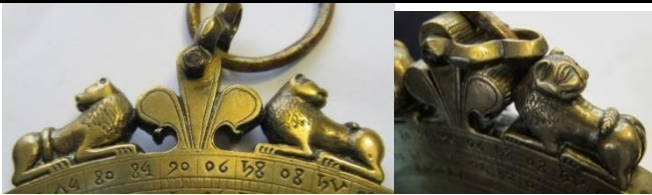
La banda equinoccial se interrumpe en seis puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y de la banda solsticial sólo se incluye un pequeño fragmento entre la eclíptica y la banda ecuatorial con un pequeña perforación circular en su centro.

En cuanto al *trono*, está formado por una flor de lis flanqueada por dos leones sedentes con las cabezas giradas mirando hacia atrás. Los dos leones son idénticos, no simétricos y al disponerse en forma simétrica ofrecen a la vista sus flancos opuestos, detalle especialmente evidente en la forma en que se presenta la cola del animal que reposa sobre el lomo. La representación de animales confrontados flanqueando un elemento central de tipo vegetal se encuentra en yaserías de referente andalusí como las del vestíbulo del palacio de Pedro I, hoy integrado en el convento de Santa Clara de Tordesillas en la que los leones tienen también girada su cabeza hacia atrás. En cuanto a la presencia de la flor de lis, aparece repetidamente en referencias heráldicas de judíos o judíos conversos en la Edad Media española y, por otro lado, el cetro coronado por flor de lis es uno de los atributos reales en las representaciones de reyes de la Corona de Aragón.⁴³³

Imágenes representativas de estos elementos decorativos:

Punteros de la araña				
	Doble puntero de cabezas de ave sobre forma circular apoyada en banda bilobulada	Puntero en forma de arco lobulado rematado en punta suavemente curvada	Puntero en forma de ave	Puntero de base lobulada
Adornos en la araña				
	Estructura decorativa de la banda ecuatorial, simétrica con remate de punteros lobulados en ambos extremos y adorno central en forma de arco tetralobulado.		Elemento decorativo en forma de arco apuntado tetralobulado.	

⁴³³ Así se recoge en el *Rollo genealógico de los condes de Barcelona y los reyes de Aragón* encargado por el rey Martín I el Humano. Más información sobre el *Rollo genealógico* en SERRA (2003), pp. 57-74 y FERNÁNDEZ GALIANO (2000), pp. 381-382.

<i>Trono</i>		
	Composición de dos leones sedentes y con la cabeza girada hacia atrás dispuestos de forma simétrica en torno a una flor de lis. Detalle de uno de los leones con el rostro expresivo, la melena marcada y la cola descansando sobre el lomo.	

3.- Descripción de sus partes

Las características más relevantes de cada una de sus partes son:

- *Madre*: consta de una placa circular de 171 mm de diámetro que forma una sola pieza con una *corona* de 9,6 mm de espesor y 9,3 mm de anchura. La *corona* lleva grabada una escala graduada de 0° a 360° con los valores numéricos rotulados cada 10° y marcas de subdivisión cada 1°. En su borde lateral exterior lleva grabada una escala con las 24 horas del día en dos escalas de 12 horas cada una de modo que a cada hora le corresponden 15 grados. El peso total de la *madre*, incluido el *trono* y el *sistema de suspensión* que son inseparables de la misma, es de 659 gramos. El fondo de la *madre*, de 153 mm de diámetro está inacabado pues sólo lleva grabados los círculos de Cáncer, del ecuador y de Capricornio, que son los primeros que se dibujan al realizar una proyección estereográfica ecuatorial.
- *Dorso*: tiene grabados 5 anillos. El más exterior presenta cuatro escalas de 0° a 90° rotuladas cada 5° y con el valor 0° en el diámetro horizontal y el 90° en el vertical.

Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal. El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 5° con marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del Zodíaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos del zodiaco se graban con su nombre completo, o mínimamente abreviado, aunque había espacio suficiente para haber evitado abreviaturas. Se trata por tanto de ahorrar tiempo y esfuerzo en la grabación. Las inscripciones son: ARIES, TAVRUS, GEMINI, CANCER, LEO, VIRGO, LIBRA, SCORPI9, SAGITARI9, CAPRICORN9, AQVARIVS, PISCES.

Los dos anillos dedicados a los doce meses del calendario juliano son excéntricos respecto al de los signos zodiacales. El primero lleva marcados los días de cada mes, rotulados de 5 en 5 días cuando los meses tienen 30 ó 31 días y de 4 en 4 en el caso de febrero con sus 28 días. El segundo lleva rotulados los nombres de los meses, con sus nombres completos o ligeramente abreviados aunque, como ocurre con el zodiaco, había espacio suficiente para haber evitado las abreviaturas. Las inscripciones son: IANVARI9, FEBROARI9, MARCIUS, APRILIS, MADIVS, IVNIVS, IVLIVS, AGVST9, SEPTEMB', OCTOBER, NOVEMBER, DECEMB'. Se utilizan las habituales sustituciones de una o más letras de la terminación por un símbolo parecido a una comilla para la terminación “er” o uno parecido a un “9” para la terminación “us”.⁴³⁴

⁴³⁴ Sobre estas abreviaturas ver CAPELLI (1912), p. 25.

Según este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, corresponde al 14 de marzo.

En torno al centro del *dorso* hay otro conjunto de 5 círculos que configura un calendario perpetuo. El más exterior está dividido en 28 partes que representan los 28 años del ciclo solar al final del cual los días de la semana vuelven a caer en los mismos números de mes. El siguiente muestra los 7 días de la semana numerados del 1 (domingo), 2 (lunes),... al 7 (sábado), que indican el día de la semana en que comienza cada año.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
7	1	2	3	5	6	7	1	3	4	5	6	1	2	3	4	6	7	1	2	3	5	6	7	2	3	4	5

Que debe leerse: en el año 1 del ciclo, el primer día de enero cae en sábado (7° día de la semana), en el año 2 del ciclo, el primer día de enero cae en domingo (1° día de la semana), en el año 3 del ciclo, el primer día de enero cae en lunes,... y así sucesivamente hasta el vigésimo octavo año en que el 1 de enero cae en jueves (5° día de la semana), a partir del cual se inicia de nuevo el ciclo.

Lo habitual es que le siga una escala que marque los años bisiestos pero en este caso se ha grabado una escala con 28 letras seguida de otra con siete y una más interna con 12 números del 1 al 7 que corresponderían de nuevo con días de la semana. No es evidente la interpretación de estas escalas.

En la mitad inferior del espacio disponible entre los dos conjuntos de anillos se ubica un doble *cuadrado de sombras* graduado en doce partes cada una de ellas tanto en la escala vertical como horizontal, con los números rotulados de dos en dos (2, 4, 6, 8, 10, 12) y las inscripciones VMBRA RECTA (en la escala horizontal) y VMBRA VERSA (en la escala vertical).

- *Araña*: tiene un diámetro de 153 mm, un grosor de 1,5 mm y pesa 84 gramos. Presenta una estructura simétrica respecto al diámetro vertical en lo que se refiere a la ubicación de los punteros estelares. El anillo de la eclíptica lleva grabados los doce signos del Zodiaco con nombres idénticos a los grabados en el *dorso* en ocho de los signos y cambios en la utilización de abreviaturas en otros cuatro, que se han grabado así: TAVR9, SCORPIVS, SAGITARIVS, CAPRICORNIS. Se completa el anillo de la eclíptica con una escala graduada de grado en grado con los valores rotulados de 5 en 5 grados, que asigna 30° a cada signo.

La banda equinoccial se interrumpe en seis puntos de discontinuidad en su despliegue horizontal y no sirve de soporte a ningún puntero estelar, algo poco frecuente. En cuanto a la banda solsticial, cuenta con un pequeño fragmento entre la eclíptica y la banda ecuatorial.

Presenta un total de 24 punteros estelares de los cuales 12 están fuera del círculo de la eclíptica y 12 dentro. Uno de los punteros ha perdido la punta pero conserva la base y la inscripción. La tabla siguiente identifica cada una de las estrellas ordenadas según valor creciente de RA (Right Ascension = Ascensión Recta)⁴³⁵:

⁴³⁵ Para significado de “Ascensión Recta – RA” ver Anexo 4 “Glosario de términos astronómicos”.

Nº	Inscripción en latín ⁴³⁶	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	VENTERCETI	Baten Kaitos	ζ Cet
2	MIRAT	Mirach	β And
3	MENCAR	Menkar	α Cet
4	ALDEBARAN	Aldebarán	α Tau
5	BEDELGE	Betelgeuse	α Ori
6	ALBAT	Capella	α Aur
7	ALGOMEIZA	Procyon	α CMi
8	ALFART	Alfard	α Hya
9	COR LEONIS	Regulus	α Leo
10	CAUDA LEO	Denébola	β Leo
11	ALGORAB	Gienah Corvi	γ Crv
12	ARAMEC	Arturo	α Boo
13	ALChIMEC	Azimech ó Spica	α Vir
14	ELFETA	Alphecca	α CrB
15	YEDh	Unukalhai	α Ser
16	COR SCORPIO	Antares	α Sco
17	RAZALAGE	Ras Alhage	α Oph
18	ALGVEGA	Vega	α Lyr
19	ALCAIR	Altair	α Aql
20	DENELAGEDI	Deneb Algedi	δ Cap
21	DELFIN	Deneb Dulfín	ε Del
22	EMALFER	Enif	ε Peg
23	ALFERAT	Alpheratz	α And
24	CAVDA CETI	Deneb Kaitos	β Cet

El reverso de la *araña* está muy rayado pero no conserva marcas de los diámetros ni de los círculos estructurales.

- *Láminas*: tiene siete *láminas*, seis grabadas por ambas caras y otra grabada sólo por una cara, sirviendo a un total de trece latitudes comprendidas entre los 22° y los 51°. Todas las proyecciones estereográficas tienen 45 curvas almicantares separadas de 2 en 2 grados y rotuladas cada ocho grados y no llevan grabadas las curvas azimutales. Se completan con las 12 curvas de las *horas desiguales* rotuladas en numeración occidental e incluyen la curva crepusculina cuyos extremos se ubican en las horas 2ª y 11ª (exceptuando las *láminas* 6ª y 7ª). El tipo de *lámina*, sus inscripciones y dimensiones son:

⁴³⁶ En el Anexo 1: “Tabla de estrellas en los astrolabios medievales españoles: andalusíes y de los reinos cristianos”, se encuentran los nombres en árabe de cada una de las estrellas, su transliteración y traducción, así como el modo en que aparecen rotulados, en árabe, en latín o en lenguas vernáculas, en cada uno de los astrolabios de este catálogo.

Lám.	Cara	Inscripción en latín y traducción	Tipo de lámina. Dimensiones y peso
1	1a	LATI 22 (Latitud 22)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 153 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 143 gr
	1b	LATI 31 (Latitud 31)	
2	2a	LATI 35 (Latitud 35)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 153 mm; Espesor = 0,6 mm; Peso = 125 gr
	2b	LATI 38 (Latitud 38)	
3	3a	LATI 39 (Latitud 39)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 153 mm; Espesor = 0,7 mm; Peso = 130 gr
	3b	LATI 43 (Latitud 43)	
4	4a	LATI 40 (Latitud 40)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 153 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 128 gr
	4b	LATI 41 (Latitud 41))	
5	5a	LATI 44 (Latitud 44)	De latitud con proyección estereográfica por ambas caras Diámetro= 153 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 129 gr
	5b	LATI 48 (Latitud 48)	
6	6a	50 Nota: al no estar grabadas las curvas almicantares, no debería indicar ningún número	Sin proyección estereográfica por cara "a". De latitud con proyección estereográfica incompleta por cara "b" Diámetro= 153 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 122 gr
	6b	Sin inscripción	
7	7a	51 Nota: al no estar grabadas todas las curvas almicantares, no debería indicar ningún número	De latitud con proyección estereográfica incompleta en cara "a". En blanco en cara "b" Diámetro= 153 mm; Espesor = 0,8 mm; Peso = 126 gr
	7b	En blanco	

Las láminas 2, 3, y 4 cubren latitudes que corresponden a territorios de los reinos hispanos. La primera, con latitudes 22° y 31°, sería de uso en las ciudades de Meca y Jerusalén, respectivamente, que eran referentes de las comunidades musulmana, judía y cristiana. Las láminas sexta y séptima cubren latitudes de Francia e Inglaterra, algo habitual en los astrolabios hispanos por las relaciones diplomáticas y comerciales que se mantenían con esos reinos y por la incorporación en muchos casos de las latitudes de los climas ptolemaicos.

- *Trono*: es muy decorativo, formado por una flor de lis flanqueada por dos leones sedentes. La flor de lis forma una sola pieza con la *madre* y su *corona*, mientras que los leones están soldados a la *corona*. La altura del *trono* es de 23 mm y el arco de su base abarca un ángulo de 46°.
- *Sistema de suspensión*: lo compone un asa de forma trilobular que acoge una *anilla* circular.
- *Alidada*: tiene 167 mm de longitud, 9,6 mm de anchura y un peso de 37 gramos. Tiene un quiebro central que la divide en dos segmentos y conserva sus dos pínulas de 17 mm x 15 mm separadas entre sí 140 mm. Parece original.
- *Clavo y caballete*: el *clavo* de 8 gramos y el *caballete* de 3 gramos parecen adiciones posteriores.
- *Regleta frontal*: es idéntica en forma y dimensiones a la *alidada*, pero sin pínulas y pesa 22 gramos. Parece original.

4.- Procedencia y recorrido del astrolabio

Está documentada la compra del astrolabio por el coleccionista británico Jack Albert Billmeir en París al anticuario Nicolas Landau en una fecha comprendida entre 1955 y 1957 para después donarlo en 1957 al Museo de Historia de la Ciencia de Oxford junto a otros instrumentos científicos.

BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA

KING (2001), p. 394, fig. K3; KING (2011a), p. 3 (apartado 6.1.8); STAUTZ (1997), pp. 92-93 y 255.

Catálogos on-line:

EPACT (European Project: Electronic Catalogue of Medieval and Renaissance Scientific Instruments from four European Museums), Astrolabe 43.

<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=63355&Level=Detail> (Última consulta 17/06/2016).

Museum of the History of Science in Oxford “Ficha del astrolabio nº de inventario 45307”.

http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=224.html (Última consulta 17/06/2016).

PÁGINA DELIBERADAMENTE EN BLANCO

BIBLIOGRAFÍA

- ABUZAYED, KING & SCHMIDL (2011): ABUZAYED, Mohamed, KING, David A., SCHMIDL, Petra G. (2011), "From a Heavenly Arabic Poem to an Enigmatic Judeo-Arabic Astrolabe", *Suhayl*, 10, pp. 85-142.
- ACKERMAN (2004): ACKERMAN, Silke (2004), "The Path of the Moon Engraved. Lunar Mansions on European and Islamic Scientific Instruments", *Micrologus. Natura, scienze e società medievali. Rivista della Società Internazionale per lo Studio del Medio Evo Latino*, 12, pp. 134-164.
- ACKERMAN (2005): ACKERMAN, Silke (2005) "Astrological Scales on the National Maritime Museum Astrolabes" en Koenraad van Cleempoel (coord.), *Astrolabes at Greenwich: A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum*, Oxford, Oxford University Press, pp. 73-89.
- AHMAD (1992): AHMAD, Maqbul S. (1992), "Cartography of al-Sharīf al-Idrīsī", en J.B. Harley y David Woodward (eds.), *Cartography in the Traditional Islamic and South Asian Societies (The History of Cartography, Vol. Two. Book One)*, Chicago & London, The University of Chicago Press, pp. 156-174.
- AL KHEMIR (2013): AL KHEMIR, Sabiha (2013), *Luz. Nur. La luz en el arte y la ciencia del mundo islámico*, Sevilla, Focus-Abengoa.
- ALEJO (1993): ALEJO MONTES, Javier (1993), "La cátedra de Matemáticas y Astronomía de la Universidad de Salamanca del s. XVI", *Aula*, 5, pp. 105-113.
- AL-FARGHĀNĪ (2005): AL-FARGHĀNĪ (2005), *On the astrolabe. Arabic text edited with Translation and Commentary by Richard Lorch*. Stuttgart, Franz Steiner Verlag.
- AL-HASSAN (2001a): AL-HASSAN, Ahmad Y. (2001), "Transmission of Islamic Science to the West" en A.Y. al-Hassan (ed.) *The Different Aspects of Islamic Culture. Vol 4: Science and Technology in Islam. Part I: The Exact and Natural Sciences*, París, Unesco Publications, pp. 133-163.
- AL-HASSAN (2001b): AL-HASSAN, Ahmad Y. (2001), "Engineers and Artisans", en A.Y. al-Hassan (ed.) *The Different Aspects of Islamic Culture. Vol 4: Science and Technology in Islam. Part II: Technology and Applied Sciences*, París, Unesco Publications, pp. 271-297.
- AL-HASSANI (2008): AL-HASSANI, Salim T. S. (2008), "1000 Years of Missing Industrial History", en Emilia Calvo, Mercè Comes, Roser Puig y Mònica Rius (eds.), *A Shared Legacy. Islamic Science East and West. Homage to Professor J.M. Millás Vallicrosa*, Barcelona, Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona, pp. 57-82.
- ALLAN (1979): ALLAN, James W. (1979), *Persian Metal Technology 700-1300 AD*, London, Ithaca Press.
- ALMAGRO y ÁLVAREZ (1998): ALMAGRO-GORBEA, Martín y ÁLVAREZ-SANCHÍS, Jesús (1998), *Archivo del Gabinete de Antigüedades de la Real Academia de la Historia. Catálogo e índices*, Madrid.
- ÁLVAREZ MARQUEZ (2003): ÁLVAREZ MÁRQUEZ, Carmen (2003), "El itinerario de adquisiciones de libros de mano de Hernando Colón," *Historia, Instituciones, Documentos*, 30, pp. 55-102.
- AMAHAN (1990): AMAHAN, Ali (1990), "Astrolabe planisphérique", en Sophie-Charlotte Renouard de Busierre y Catherine Cambazard-Amahan (dirs.), *De l'Empire Romain aux Villes Impériales. 6000 ans d'art au Maroc. Catálogo exposición Museo Petit Palais*, París, Paris-Musées, 1990, pp. 234-235.
- AMAHAN (1999) : AMAHAN, Ali (1999), « L'astrolabe », en François Marquet y Mohamed Abdeljalil El Hajraoui, *Maroc, les trésors du royaume*, (cat. exp., Paris, musée du Petit Palais, 15 avril-11 juillet, 1999), Paris, Ed. Plume, pp. 134-137.

- AMARI (1876): AMARI, Michele (1991), “Descrizione di lavori orientali con iscrizioni arabiche, esposti nel Museo Artistico e Industriale di Roma, altrimenti detto Museo del Medio Evo”, en Fuat Sezgin (ed.) *Arabische Instrumente in Orientalistischen Studien. Sweiter Band: Astronomische Instrumente Publikationen 1858-1892*, Frankfurt am Main, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, pp. 111-122 [reimpresión del artículo de mismo título en Bolletino Italiano degli Studi Orientali, 1 (1876), pp. 122-133].
- ARRIZABALAGA (2004): ARRIZABALAGA, Jon (2004), “Les universitats”, en J. Vernet, J. Samsó et al. (eds.), *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Barcelona, Institut d’Estudis Catalans, pp. 371-402.
- ATIL (1985): ATIL, Esin, CHASE, W.T., JETT, Paul (1985), *Islamic metalwork in the Freer Gallery of Art*, Washington D.C, Smithsonian Institution Press.
- ÁVILA (1989): ÁVILA, M^a Luisa (1989), “Las mujeres ‘sabias’ en al-Andalus”, en M^a Jesús Viguera (ed.), *La mujer en al-Andalus. Reflejos históricos de su actividad y categorías sociales*, Madrid-Sevilla, Ediciones de la UAM y Editoriales Andaluzas Unidas, pp. 139-184.
- AZUAR (2012): AZUAR RUIZ, Rafael (2012) *Los broncees islámicos de Denia (s.V HG / s. XI d.C.)*, Alicante, Museo Arqueológico de Alicante.
- BADIA (2004): BADIA, Lola (2004), “La ciencia a l’obra de Ramon Llull” en J. Vernet, J. Samsó et al. (eds.), *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Barcelona, Institut d’Estudis Catalans, pp. 403-442.
- BALLESTA (1991): BALLESTA, Joan Manuel (trad.) (1991) “Tratado de Astrología. Ramón Llull”, *Revista astrológica Mercurio* 3 - 34, pp. 1-177 (número especial).
- BAYLEY (1998): BAYLEY, Justine, (1998) “The Production of Brass in Antiquity with particular reference to Roman Britain, en Paul T. Craddock (ed.), *2000 Years of Zinc and Brass*, Londres, British Museum, pp. 7-23.
- BEAUJOUAN (1957a): BEAUJOUAN, Guy (1957), “La Science dans l’Occident Médiéval Chrétien”, en Guy Beaujouan (ed.), *La Science Antique et Médiévale (Des Origines au 1450)*, París, Presses Universitaires de France, pp. 517-582.
- BEAUJOUAN (1957b): BEAUJOUAN, Guy (1957), “L’interdépendance entre la Science Scolastique et les Techniques Utilitaires (XII^e, XIII^e et XIV^e siècles), *Les Conférences du Palais de la Découverte*, 46, pp. 5-20.
- BEAUJOUAN (1962): BEAUJOUAN, Guy (1962), *Manuscrits scientifiques medievaux de l’Université de Salamanque et de ses Colegios Mayores*, Bordeaux, Féret et fils.
- BEAUJOUAN (1967): BEAUJOUAN, Guy (1967), *La science en Espagne aux XIV^e et XV^e siècles*, Paris, Palais de la Découverte.
- BEAUJOUAN (1972): BEAUJOUAN, Guy (1972) “L’enseignement du quadrivium”, en *Settimane di Studio del Centro italiano di studi sull’alto medioevo*, Spoleto: Centro Italiano di Studi sull’alto Medioevo, pp. 639-667.
- BEAUJOUAN (1995): BEAUJOUAN, Guy., “L’authenticité de l’astrolabe dit Caroligien”, *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32 (1995), pp. 439-450.
- BENNET (1987): BENNET, Jim A. (1987), *The Divided Circle. A History for Astronomy, Navigation and Surveying*, Oxford, Phaidon and Christie’s Ltd.
- BLAIR (1991): BLAIR, Claude and BLAIR, John (1991), “Copper Alloys”, en John Blair y Nigel Ramsey (eds.), *English Medieval Industries. Craftsmen, Techniques, Products*, London and New York, Hambledon Press, pp. 81-106.
- BORRELLI (2008): BORRELLI, Arianna (2008), *Aspects of the Astrolabe. ‘Architectonica ratio’ in tenth and eleventh-century Europe*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- BOSSONG (1987): BOSSONG, Georg (1987), “Science in the vernacular languages: the case of Alfonso X el Sabio” en Mercé Comes, Roser Puig y Julio Samsó (eds.), *De Astronomia Alphonsi Regis*.

- Actas del Simposio sobre Astronomía Alfonsí celebrado en Berkeley, Agosto 1985*, Barcelona, Universidad de Barcelona, pp. 13-21.
- BRENTJES (2007): BRENTJES, Sonja (2007), "What could it mean to contextualize the sciences in Islamic societies of the past?", en Mohamed Abattouy (ed.) *La science dans les sociétés islamiques: approches historiques et perspectives d'avenir*, Casablanca, Publications de la Fondation du Roi Abulaziz, pp. 15-41.
- BRENTJES (2012): BRENTJES, Sonja (2012), "The Language of Patronage in Islamic Societies before 1700", *Cuadernos del CEMYR*, 20, pp. 11-22.
- BRENTJES (2013): BRENTJES, Sonja (2013), "Narratives of knowledge in Islamic societies: what do they tell us about scholars and their contexts?" *Almagest*, 4(1), pp. 74-95.
- BRENTJES y MORRISON (2010): BRENTJES, Sonja and MORRISON, Robert G. (2010), "The sciences in Islamic societies (750-1800), en Robert Irwin (ed.), *The New Cambridge History of Islam. Volume 4: Islamic Cultures and Societies to the End of the Eighteen Century*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 564-639.
- BRENTJES, FIDORA y TISCHLER (2014); BRENTJES, Sonja, FIDORA, Alexander y TISCHLER, Matthias M. (2014), "Towards a new approach to Medieval Cross-Cultural Exchanges", *Journal of Transcultural Medieval Studies*, 1, pp. 9-50.
- BUNSCH (1987): BUNSCH, Anna (1987) "Astrolabium arabskie ze zbiorów Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego", *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego. Opuscula Musealia*, 2, pp. 7-21.
- BURCZYK (1991): BURCZYK-MARONA, Danuta (1991), "Problema datowania dawnych instrumentów naukowych. Uwagi na marginesie artykułu A. Bunsch o astrolabium arabskim w zbiorach Muzeum UJ", *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego. Opuscula Musealia*, 5, pp. 95-116.
- BURNETT (1998): BURNETT, Charles (1998), "King Ptolemy and Alchandreus the Philosopher: The Earliest Texts on the Astrolabe and Arabic Astrology at Fleury, Micy and Chartres", *Annals of Science*, 55, pp. 329-368.
- BURNETT (2002): BURNETT, Charles (2002) "Indian numerals in the Mediterranean Basin in the twelfth century, with special reference to the 'Eastern forms'", en Y. Dold-Samplonius, J.W. Dauben, M. Folkerts and B. van Dalen (eds.), *From China to Paris: 2000 Years Transmission of Mathematical Ideas* Stuttgart, Steiner, pp. 237-288 (Reimpreso en BURNETT, Charles (2010) *Numerals and Arithmetic in the Middle Ages*, Farnham, Ashgate Publishing Ltd. Variorum Collected Studies. Part V)
- BURNETT (2013): BURNETT, Charles (2013), "Translation and Transmission of Greek and Islamic Science to Latin Christendom", en David C. Lindberg y Michael H. Shank (eds), *The Cambridge History of Science. Volume 2: Medieval Science*, New York, Cambridge University Press, pp. 341-364.
- BUSQUETA (2000): BUSQUETA, Joan J. (ed.), *Llibre de les Constitucions i Estatuts de l'Estudi General de Lleida*, Lleida, Universitat de Lleida.
- CAIAZZO (2012): CAIAZZO, Irene (2012) "Sur l'astrolabe et le comput au XIIe siècle : nouveaux textes inédits", *Sudhoffs Archiv. Zeitschrift für Wissenschaftsgeschichte*, 96-1, p. 28-38.
- CALVO (1990): CALVO, Emilia (1990), "La lámina universal de Alī ibn Jalaf (s.XI) en la versión alfonsí y su evolución en instrumentos posteriores", en Mercé Comes, Honorino Mielgo et al (eds.), *Ochava Espera y Astrofísica. Textos y estudios sobre las fuentes árabes de la astronomía de Alfonso X*, Barcelona, Ed. Universidad de Barcelona, pp. 221-238.
- CALVO (1992a): CALVO LABARTA, Emilia (1992), "La ciencia en la Granada nazarí" en Juan Vernet y Julio Samsó (eds.), *El legado científico andalusí. Catálogo de la exposición del Museo Arqueológico de Madrid, Abril-Junio 1992*, Madrid, Ministerio de Cultura, pp. 117-126.

- CALVO (1992b): CALVO, Emilia (1992), "Ibn Bāso's Universal Plate and its Influence on European Astronomy", *Scientiarum Historia*, 18, pp. 61-70.
- CALVO (1993): CALVO LABARTA, Emilia (1993), *Risālat al-safīha al yāmia li-yami al-urūd* (*Tratado sobre la Lámina General para todas las Latitudes*), Madrid, CSIC.
- CALVO (1996): CALVO, Emilia (1996) "Ibn Bāso's astrolabe in the Maghrib and East" en Joseph Casulleras y Julio Samsó (eds) *From Bagdad to Barcelona. Studies in the Islamic Exact Sciences in Honour of Prof. Juan Vernet. Vol II*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Historia de la Ciencia Árabe, pp. 755-767.
- CALVO (2003): CALVO, Emilia (2003), "La labor de difusión de la cultura árabe por parte de Alfonso X y su contribución a la formación del lenguaje científico. Los Libros del Saber de Astronomía", en Abdelwahed Akmir (coord.), *La civilización islámica en al-Andalus y los aspectos de la tolerancia*, Casablanca, Publicaciones del Centro de Estudios al-Andalus y Diálogo de Civilizaciones, pp. 27-42.
- CALVO (2009): CALVO, Emilia (2009), "Ibn Bāṣuh, Abū 'Alī", en Jorge Lirola Delgado y José Miguel Puerta Vilchez (eds.) *Biblioteca de al-Andalus. Vol.2. De Ibn Aḍḥā a Ibn Bušrā*, Almería, Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes, pp. 595-598.
- CALVO y MIELGO (1994): CALVO, Emilia y MIELGO, Honorino. (1994), "Algunas observaciones en torno a la precisión en la construcción de la Lámina Univeral de Ibn Bāso (Granada, s. XIII-XIV) según la descripción de al-Fiṣṭālī (s. XVIII)", en J. M. Camarasa, H. Mielgo y A. Roca (coords), *Actes de las I Trobades d'Història de la ciència i de la tècnica. Maó, 11-13 septembre 1991*, Barcelona, Societat Catalana d'Història de la ciència i de la tècnica, pp. 119-124.
- CALVO y PUIG (2006): CALVO, Emilia y PUIG, Roser (2006) "The Universal Plate Revisited", *Suḥayl*, 6, pp. 113-157.
- CALVO CAPILLA (2007): CALVO CAPILLA, Susana (2007), "Viajes por el Mediterráneo entre los siglos VIII y XII: tras los pasos de los viajeros andalusíes, fatimíes y bizantinos", en Miguel Cortés Arrese (coord.), *Caminos de Bizancio*, Cuenca, Universidad de Castilla-La Mancha.
- CALVO CAPILLA (2011a): CALVO CAPILLA, Susana (2011), "El arte de los reinos taifas: tradición y ruptura", *Anales de Historia del Arte*, Vol. Extraordinario (2), pp. 69-92.
- CALVO CAPILLA (2011b): CALVO CAPILLA, Susana (2011), "Mujeres mecenas: de al-Andalus a Oriente", en Emilio González Ferrín (coord.), *Cátedra al-Andalus/ Al-Andalus: paradigma y continuidad*, Sevilla, Fundación Tres Culturas, pp. 129-153.
- CALVO CAPILLA (2012): CALVO CAPILLA, Susana (2012), "Madinat al-Zahra' y la observación del tiempo: el renacer de la Antigüedad Clásica en la Córdoba del siglo X", *Anales de Historia del Arte*, 22, pp. 131-160.
- CALVO CAPILLA (2013): CALVO CAPILLA, Susana (2013), "Ciencia y *adab* en el Islam. Los espacios palatinos dedicados al saber", *Anales de Historia del Arte*, 23, pp. 51-78.
- CALVO CAPILLA (2014): CALVO CAPILLA, Susana (2014), "The Reuse of Classical Antiquity in the Palace of Madinat al-Zahra' and its Role in the Construction of Caliphal Legitimacy", en Gülru Necipoglu (ed.) *Muqarnas. An Annual on the Visual Cultures of the Islamic World, Volume 31*, Leiden-Boston, Brill, pp. 1-33.
- CAMPBELL (1987): CAMPBELL, Marian (1987), "Metalwork in England", en Jonathan Alexander y Paul Binski (eds.), *Age of Chivalry. Art in Plantagenet England 1200-1400*, London, Royal Academy of Arts, pp. 162-168.
- CANO (1990): CANO ÁVILA, Pedro (1990), *Alcalá la Real en los autores musulmanes*, Jaén, Diputación Provincial de Jaén.
- CANO (1998): CANO ÁVILA, Pedro (1998), "Actividad y vida en la Alcalá árabe", en Francisco Toro Ceballos y José Rodríguez Molina (coords.), *II Estudios de Frontera. Actividad y vida en la Frontera*, Jaén, Diputación Provincial de Jaén, pp. 157-177.

- CANTERA BURGOS (1931): CANTERA BURGOS, Francisco (1931), *El judío salmantino Abraham Zacut: notas para la historia de la astronomía en la España medieval*, Madrid, C. Bermejo Impresor.
- CAÑAS (2017): CAÑAS GÁLVEZ, Francisco de Paula, *La Cámara Real de Juan II de Castilla. Cargos, descargas, cuentas e inventarios (1428-1456)*, Madrid, La Ergástula Ediciones.
- CAPELLI (1912): CAPELLI, Adriano (1912), *Dizionario di Abbreviature Latine ed Italiani*, Milano.
- CARBONELL (1929): CARBONELL, Antonio (1929), “La minería y la metalurgia entre los musulmanes en España”, *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, 25, pp. 179-217.
- CARDONER (1960): CARDONER, Antoni (1960), “La medicina astrológica durante el siglo XIV en la Corona de Aragón”, en *Actes du IX^e Congrès International d’Histoire des Sciences. Barcelona-Madrid, 1-7 Septiembre 1959. Vol I*, Barcelona, Asociación para la Historia de la Ciencia Española-Universidad de Barcelona, pp. 341-346.
- CASTIÑEIRAS (1996): CASTIÑEIRAS GONZÁLEZ, Manuel Antonio (1996), “Abraham enseña Astronomía: el prototipo bíblico de estudio del cómputo en las abadías benedictinas de Cava de Tirreni y Ripoll”, *Compostellanum*, 41, pp. 159-177.
- CASTIÑEIRAS (1999): CASTIÑEIRAS GONZÁLEZ, Manuel Antonio (1999), “Diagramas y esquemas cosmográficos en dos misceláneas de cómputo y astronomía de la abadía de Santa María de Ripoll (ss. XI-XII)”, en Luis Quintero y Alfonso Novo (eds.) *En camino hacia la Gloria. Miscelánea en honor de Mons. Eugenio Romero Pose*, Santiago de Compostela, Instituto Teológico Compostelano, pp. 593-646.
- CASTRO (1964): CASTRO, José Ramón (1964), *Catálogo del Archivo General de Navarra. Sección de Comptos. Documentos. Tomo XXXV. Año 1423*, Pamplona, Ed. Aramburu.
- CASTRO (1967): CASTRO, José Ramón (1967), *Carlos III el Noble, rey de Navarra*, Pamplona, Institución Príncipe de Viana.
- CASULLERAS (2007): CASULLERAS, Josep (2007), “Ibn al-Raqqām”, en Thomas Hockey *et al.* (eds.), *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, New York, Springer, pp. 563-564.
- CASULLERAS (2008-2009): CASULLERAS, Josep (2008-2009), “Mathematical Astrology in the Medieval Islamic West”, *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften*, 18, pp. 241-268.
- CASULLERAS Y HOGENDIJK (2012): CASULLERAS, Josep y HOGENDIJK, Jan P. (2012), “Progressions, Rays and Houses in Medieval Islamic Astrology: A Mathematical Classification”, *Suhayl*, 11, pp. 33-102.
- CATALÀ y CADAFEU (2003): CATALÀ POCH, M^a Assumpció y CADAFEU SURROCA, Trini (2003), “Influència de l’obra d’Isidor de Sevilla sobre la cultura andalusina”, en Josep Batlló, Pascual Bernat y Roser Puig (coords), *Actes de la VII Trobada d’Història de la Ciència i de la Tècnica. Barcelona 14-17 novembre 2002*, Barcelona, Societat Catalana d’Història de la Ciència i de la Tècnica, pp. 475-479.
- CÁTEDRA y SAMSÓ (1983): CÁTEDRA, Pedro (ed.) (1983), *Tratado de Astrología atribuido a Enrique de Villena*. Introducción de Julio Samsó, Barcelona, Ed. Humanitas.
- CHABÁS (2004): CHABÁS, Josep (2004) “L’activitat astronòmica a l’època del rei Pere (segle XIV)”, en Joan Vernet y Ramon Parés (dirs.), *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Valencia, Institut d’Estudis Catalans, pp. 483-514.
- CHABÁS y GOLDSTEIN (2000): CHABÁS, José y GOLDSTEIN, Bernard R. (2000), *Astronomy in the Iberian Peninsula: Abraham Zacut and the transition from manuscript to print*, Philadelphia, American Philosophical Society.
- CHABÁS y GOLDSTEIN (2008): CHABÁS, José y GOLDSTEIN, Bernard R. (2008), *Las Tablas Alfonsíes de Toledo*, Toledo, Diputación Provincial de Toledo.

- CHABÁS Y GOLDSTEIN (2009): CHABÁS José y GOLDSTEIN, Bernard R. (2009), *Abraham Zacut (1452-1515) y la astronomía en la Península Ibérica*, Salamanca, Ed. Universidad Salamanca, 2009.
- CHARETTE (2003): CHARETTE, François (2003), *Mathematical Instrumentation in fourteenth-century Egypt and Syria. The illustrated Treatise of Najm al-Dīn al-Mīṣrī*, Leiden-Boston, Brill.
- CHARETTE (2006): CHARETTE, François (2006), “The Locales of Islamic Astronomical Instrumentation”, *History of Science*, 44, pp. 123-138.
- CHAVARRÍA (2007): CHAVARRÍA VARGAS, Juan Antonio (2007), “Onomástica árabe-beréber en la toponimia de Castilla-La Mancha: Guadalajara”, *Anaquel de Estudios Árabes*, 18, pp. 93-116.
- CLARAMUNT (2000): CLARAMUNT RODRIGUEZ, Salvador (2000), “La transmisión del saber en las Universidades”, en José Ignacio de la Iglesia Duarte (coord.), *La enseñanza en la Edad Media. X Semana de Estudios Medievales de Nájera*. 1999, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, pp. 129-149.
- CLARK (1981): CLARK, Vicky (1981), “Astrolabe ibn Hatim” en Christine Verzar Bornstein y Priscilla Parsons Soucek (eds.) *The meeting of two worlds: The Crusades and the Mediterranean context. Catalogue of the exhibition in the University of Michigan Museum of Art, May-September 1981*, Michigan, The University of Michigan Museum of Art, p. 55.
- COMES (1990): COMES, Mercé (1990), “Al-Sūfī como fuente del libro de la ‘Ochava Espera’ de Alfonso X”, en Mercé Comes, Honorino Mielgo *et al* (eds.), *Ochava Espera y Astrofísica. Textos y estudios sobre las fuentes árabes de la astronomía de Alfonso X*, Barcelona, Ed. Universidad de Barcelona, 1990, pp. 11-113.
- COMES (1991-1992): COMES, Mercé (1991-1992), “El libro de las estrellas de la ochava espera Alfonsí ¿Traducción del Kitāb suwākib de al-Sūfī?”, *Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islámicos*, 25, pp. 135-152.
- COMES (1994a): COMES, Mercè (1992-1993-1994) “The «Meridian of the Water» in the Tables of Geographical Coordinates of al-Andalus and North Africa”, *Journal for the History of the Arabic Science*, 10, pp. 41-51.
- COMES (1994b): COMES, Mercé (1994). “La primera tabla de estrellas documentada en al-Andalus”, en J. M. Camarasa, H. Mielgo y A. Roca (coords), *Actes de las I Trobades d’Història de la ciència i de la tècnica. Maó, 11-13 setembre 1991*, Barcelona, Societat Catalana d’Història de la ciència i de la tècnica, pp. 95-106.
- COMES (1995): COMES, Mercé (1995) “Las tablas de coordenadas geográficas y el tamaño del Mediterráneo según los astrónomos andalusíes”, en Juan Vernet y Julio Samsó (coords.) *Al Andalus. El Legado Científico. Catálogo de exposición Palacio de Mondragón, Ronda, 1 abril-15 julio 1995*, Barcelona, Proyecto Sur de Ediciones, pp. 22-37.
- COMES (2004): COMES, Rosa (2004) “Ambient intelectual a la Catalunya dels segles X i XI. Els monestirs i les seves biblioteques”, en Joan Vernet y Ramon Parés (dirs.) *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Valencia, Institut d’Estudis Catalans, pp. 75-114.
- COMES (2007): COMES, Mercè (2007), “Umayya ibn ‘Abd al-‘Azīz ibn Abī al-Šalt al-Dānī al-Andalusī”, en Thomas Hockey *et al.* (eds.), *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, New York, Springer, pp. 9-10.
- COMES (2012): COMES, Mercé (2012), “Ibn Abī-l-Šalt al-Dānī, Umayya”, en Jorge Lirola Delgado y José Miguel Puerta Vilchez (eds.) *Biblioteca de al-Andalus. Vol. I. De al- ‘Abbādīya a Ibn Abyad*, Almería, Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes, 2012, pp. 722-728.
- COMES-R (2004): COMES, Rosa (2004) “Ambient intelectual a la Catalunya dels segles X i XI. Els monestirs i les seves biblioteques”, *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Valencia, Institut d’Estudis Catalans, pp. 75-114.

- CRADDOCK (1998): CRADDOCK, Paul.T., LA NIECE Susan C. and HOOK, Duncan (1998), “Brass in the Medieval Islamic World”, en Paul T. Craddock (ed.), *2000 Years of Zinc and Brass*, Londres, British Museum, pp. 73-113.
- CURTIUS (1948): CURTIUS, Ernst Robert (1981), *Literatura Europea y Edad Media Latina. Vol I y II*. México, Fondo de Cultura Económica, (1ª edición en 1955; Original en alemán, 1ª edición, Berna, 1948).
- D’ALVERNY (2009): D’ALVERNY, Marie-Thérèse, BURNETT, Charles, POULLE, Emmanuel (2009), *Raymond de Marseille Opera Omnia. Tome I: Traité de l’Astrolabe. Liber Cursuum Planetarum*, Paris, CNRS Éditions.
- D’HOLLANDER (1995): D’HOLLANDER, Raymond (1995), “Étude comparative entre l’astrolabe dit Carolingien et l’astroloabe d’Abu Bakkr ibn Yusuf de Toulouse, *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 405-419.
- D’HOLLANDER (1999): D’HOLLANDER, Raymond (1999), *L’Astrolabe. Histoire, théorie et pratique*, Paris, Institut Océanographique.
- DA SCHIO (1874-75): DA SCHIO, Almerico (1991), “Intorno a due strumenti astronomici antichi trovati in Valdagno, ed intorno alla condizione degli studii di Meteriologia ed Idrografia intrapresi nel Vicentino nelle Regioni Finitime”, en Fuat Sezgin (ed.) *Arabische Instrumente in Orientalistischen Studien. Sweiter Band: Astronomische Instrumente Publikationen 1858-1892*, Frankfurt am Main, Institut fur Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 1991, pp. 82-85 [reimpresión del artículo de mismo título en *Atti del Reale Istituto Veneto de Scienze. Lettere ed Arti*, 5-1 (1874-75), pp. 1399-1402]
- DA SCHIO (1880): DA SCHIO, Almerico (1991), “Di due astrolabi in caratteri cufici occidentali trovati in Valdagno (Veneto)”, en Fuat Sezgin (ed.) *Arabische Instrumente in Orientalistischen Studien. Sweiter Band: Astronomische Instrumente Publikationen 1858-1892*, Frankfurt am Main, Institut fur Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 1991, pp. 194-272. [reimpresión del libro del mismo título publicado en Venecia, F. Ongania, 1880.]
- DA SCHIO (1886): DA SCHIO, Almerico (1886), “Di un astrolabio settentrionale degli Arabi posseduto dal signor Luciano Toschi da Imola. Lettera illustrativa”, *Atti dell’Istituto Veneto*, Serie VI, vol. 14, pp. 1347-1352.
- DALTON (1926): DALTON, Ormone M. (1926) “The Byzantine Astrolabe at Brescia”, *Proceedings of the British Academy*, 12, pp. 133-146.
- DAY (1998): DAY Joan (1998), “Brass and Zinc in Europe from the Middle Ages until de Nineteenth Century”, en Paul T. Craddock (ed.), *2000 Years of Zinc and Brass*, Londres, British Museum, pp. 133-157.
- DE GRAEVE (1995): DE GRAEVE, Jan (1995) “La provenance de l’astrolabe Carolingien de Marcel Destombes”, *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 209-216.
- DE LA TORRE (1971): DE LA TORRE Y DEL CERRO, Antonio (1971), *Documentos para la Historia de la Universidad de Barcelona. Vol I. Preliminares (1289-1451. Introducción, notas y comentarios por Jorge Rubió Balaguer)*, Barcelona, Universidad de Barcelona.
- DEKKER (2000): DEKKER, Elly (2000), “A Close Look at two Astrolabes and their Star Tables”, en Menso Folkerts y Richard Lorch (eds.), *Sic itur ad astra. Studien zur Geschichte der Mathematik und Naturwissenschaften. Festschrift für den Arabisten Paul Kunitzsch zum 70 Geburtstag*, Wiesbaden, Harrassowitz Verlag, 2000, pp. 177-215.
- DEKKER (2005): DEKKER, Elly (2005) “Exploring the retes of astrolabes”, en Koenraad Van Cleempoel (ed.), *Astrolabes at Greenwich. A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum Greenwich*, Oxford, Oxford University Press, pp. 47-71
- DELCOR (1974): DELCOR, Mathias (1974), “Le scriptorium de Ripoll et son rayonnement culturel. Etat de la question”, *Cahiers de Saint Michel de Cuxá*. 5, pp. 45-64.

- DESTOMBES (1958): DESTOMBES Marcel (1958) “Un globe céleste arabe du XIIe siècle”, en *Comptes rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres*, Paris, pp. 300-313.
- DESTOMBES (1962): DESTOMBES Marcel (1962), “Un astrolabe Carolingien et l'origine de nos chiffres arabes”, *Archives internationales d'histoire des sciences*, 58-59, pp. 1-45.
- DESTOMBES (1966): DESTOMBES, Marcel (1966), “Sur l'astrolabe d'Imola conservé à l'Observatoire de Bologna: Di un astrolabio settentrionale degli Arabi posseduto dal signor Luciano Toschi da Imola. Almerico da Schio (1866)”, *Coelum*, vol. 34, n° 11-12, pp. 157-163.
- DIZER (2001): DIZER, Muammar (2001), “Observatories and Astronomical Instruments”, en A.Y. al-Hassan (ed.) *The Different Aspects of Islamic Culture. Vol 4: Science and Technology in Islam. Part I: The Exact and Natural Sciences*, Paris, Unesco Publications, pp. 235-265.
- DJEBBAR (2005a): DJEBBAR, Ahmed (2005), “Astrolabe planisphérique signé Muhammad ibn al-Saffār”, en *L'âge d'or des sciences arabes. Exposition présentée à l'Institut du Monde Arabe, Paris 25 octobre 2005-19 mars 2006*, Paris, Instituto del Mundo Arabe, pp. 98-99
- DJEBBAR (2005b): DJEBBAR, Ahmed (2005), “Astrolabe planisphérique avec inscriptions judéo-arabes (arabe en caracteres hébraïques)”, en *L'âge d'or des sciences arabes. Exposition présentée à l'Institut du Monde Arabe, Paris 25 octobre 2005-19 mars 2006*, Paris, Instituto del Mundo Arabe, p. 102.
- DOHRN (1996): DOHRN VAN ROSSUM, Gerhard (1996), *History of the Hour. Clocks and Modern Temporal Orders*, Chicago & London, University of Chicago Press.
- DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ (1984): DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ, Ana (2007), *Astrología y arte en el Lapidario de Alfonso X el Sabio*, Murcia, Real Academia de Alfonso X el Sabio, 2007 (1ª edición, Madrid, 1984).
- DORCE (2008): DORCE, Carlos (2008), *Azarquiel, el astrónomo andalusí*, Madrid, Ed. Nivola.
- EASTWOOD (1995): EASTWOOD, Bruce (1995), “Latin planetary studies in the IXth and Xth centuries”, *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 217-226.
- EASTWOOD (2013): EASTWOOD, Bruce S. (2013), “Early-Medieval Cosmology, Astronomy and Mathematics”, en David C. Lindberg y Michael H. Shank (eds), *The Cambridge History of Science. Volume 2: Medieval Science*, New York, Cambridge University Press, pp. 302-322.
- EDMUNDS (2016): EDMUNDS, Mike *et al.* (2016), “The inscriptions of the Antikythera Mechanism”, *Almagest*, 7-1.
- EIROA (2006), EIROA RODRÍGUEZ, Jorge A (2006), *Antigüedades Medievales. Catálogo del Gabinete de Antigüedades de la Real Academia de la Historia*, Madrid, Real Academia de la Historia.
- ENGELMANN (1924): ENGELMANN, Max (1924), *Sammlung Mensing: Altwissenschaftliche Instrumente, Katalog*, Amsterdam, Frederick Muller & Co.
- EWERT (1997): EWERT, Christian *et al* (1997), *Denkmäler des Islam : von den Anfängen bis zum 12. Jahrhundert*, Mainz am Rhein, Philipp von Zabern.
- FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (2005): FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Laura (2005), “Las Tablas Astronómicas de Alfonso X el Sabio. Los ejemplares del Museo Naval de Madrid”, *Anales de Historia del Arte*, 15, pp. 29-50.
- FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (2013): FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Laura (2013), *Arte y ciencia en el scriptorium de Alfonso X el Sabio*, Puerto de Santa María, Cátedra Alfonso X el Sabio y Universidad de Sevilla.
- FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (2015): FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Laura (2015), *La Octava Esfera. Biblioteca Nacional de España Ms. 1197. Edición Facsímil y Libro de Estudios*, Madrid, Club Bibliófilo Versol Editorial.

- FERNÁNDEZ GALIANO (2000): FERNÁNDEZ GALIANO, Dimas (2000), “Facsimil del *Rollo Genealógico de los Reyes de Aragón* (Ficha de catálogo)”, en *Aragón, Reino y Corona*. Catálogo de la exposición en el Centro Cultural de la Villa de Madrid, 4 de abril a 21 de mayo de 2000, Madrid, Gobierno de Aragón, pp. 381-382
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ (2006): FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, Isabel (2006), “Astrolabio de Alfonso X el Sabio”, *Piezas del mes. Museo Naval de Madrid. 2003/2005*, Madrid, Museo Naval de Madrid, pp. 64-75.
- FIRNEIS (1987): FIRNEIS, Maria G. (1987) “A Moorish Astrolabe from Granada”, en G. Swarup *et al* (eds.) *History of Oriental Astronomy. Proceedings of an International Astronomical Union. Colloquium 91. New Delhi, India, 13-16 November 1985*, Cambridge-New York-Sidney, Cambridge University Press, pp. 227-232.
- FITZGERALD (1926): FITZGERALD, Augustine (1926), *The letters of Synesius of Cyrene*, London, Oxford University Press.
- FORCADA (1997): FORCADA, Miquel (1997), “Biografías de científicos”, en M^a Luisa Dávila y Manuela Marín (eds.), *Biografías y Género Biográfico en el Occidente Islámico*, Madrid, CSIC, pp. 201-248.
- FORCADA (1999): FORCADA, Miquel (1999), “De Avempace a Averroes: la transmisión de las Ciencias de los Antiguos de la época taifa a la almohade”, en Maribel Fierro y M^a Luisa Ávila (eds.), *Biografías Almohades I*, (Colección Estudios Biográfico-Onomásticos de al-Andalus. Tomo IX), Madrid-Granada, CSIC, pp. 407-423.
- FORCADA (2004): FORCADA, Miquel (2004), “La ciència àrab al Sud de Catalunya”, en J. Vernet, J. Samsó *et al.* (eds.), *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Valencia, Institut d’Estudis Catalans.
- FOX (1933): FOX, Philip (1933), *Adler Planetarium and Astronomical Museum: An Account of the Optical Planetarium and a Brief Guide to the Museum*, Chicago, Lakeside Press.
- FREETH (2006): FREETH, Tony. *et al* (2006), “Decoding the Antikythera Mechanism: Investigation of an ancient astronomical calculator”, *Nature*, 444-7119, pp. 587-591.
- FREETH (2008): FREETH, Tony *et al* (2008), “Calendars with Olimpiad and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism”, *Nature*, 454-7204, pp. 614-617.
- GARCÍA AVILÉS (2001): GARCÍA AVILÉS, Alejandro (2001), *El tiempo y los astros. Arte, ciencia y religión en la Alta Edad Media*, Murcia, Universidad de Murcia.
- GARCÍA CAMARERO (2013): GARCÍA CAMARERO, Enrique (2013), *La ciencia en la Historia de España. I-La Edad Media (ss. VI-XIV)*, Sant Cugat, Editorial Arpegio.
- GARCÍA FRANCO (1945): GARCÍA FRANCO, Salvador (1945), *Catálogo crítico de astrolabios existentes en España*, Madrid, Instituto Histórico de la Marina.
- GARCÍA FRANCO (1955): GARCÍA FRANCO, Salvador (1955), “Los astrolabios de la Real Academia de la Historia”, *Boletín de la Real Academia de la Historia*, 136, pp. 298-308
- GARCÍA FRANCO (1959): GARCÍA FRANCO, Salvador (1959), *Instrumentos náuticos del Museo Naval*, Madrid, Imprenta del Museo de la Marina.
- GIBBS y SALIBA (1984): GIBBS, Sharon y SALIBA, George (1984), *Planispheric astrolabes from the National Museum of American History*, Washington DC, Smithsonian Institution Press.
- GILSON (1965): GILSON, Étienne (1965), *La filosofía en la Edad Media. Desde los orígenes patrísticos hasta el fin del siglo XIV*, Madrid, Gredos.
- GIMPEL (1975): GIMPEL, Jean (1981), *La revolución Industrial en la Edad Media*, Madrid, Taurus Ediciones (Edición original: *La Révolution industrielle du Moyen Âge*, París, 1975).
- GINGERICH (1987a): GINGERICH, Owen (1987), “The Alphonsine Tables in the age of printing”, en Mercé Comes, Roser Puig y Julio Samsó (eds.), *De Astronomia Alphonsi Regis. Actas del*

- Simposio sobre Astronomía Alfonsí celebrado en Berkeley, Agosto 1985*, Barcelona, Ed. Universidad de Barcelona, pp. 89-95.
- GINGERICH (1987b): GINGERICH, Owen (1987), “Zoomorphic Astrolabes and the Introduction of Arabic Star Names into Europe”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 500-1, pp. 89-104.
- GLICK (1992): GLICK, Thomas F. (1992) “Science in Medieval Spain: The Jewish Contribution in the Context of *Convivencia*”, en Vivian Mann, Thomas Glick and Jerrilynn Dodds (eds.), *Convivencia. Jews, Muslims and Christians in Medieval Spain*, New York, George Braziller & The Jewish Museum, pp. 83-111.
- GOLDSTEIN (1976): GOLDSTEIN, Bernard R. (1976), “The Hebrew Astrolabe in the Adler Planetarium”, *Journal of Near Eastern Studies*, 35-4, pp. 251-260.
- GOLDSTEIN y SALIBA (1983): GOLDSTEIN, Bernard R. and SALIBA, George (1983), “A Hispano-Arabic Astrolabe with Hebrew star names”, *Annali dell’Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze*, 8, pp. 19-28.
- GÓMEZ ARANDA (2003): GÓMEZ ARANDA, Mariano (2003), *Sefarad científica: la visión judía de la ciencia en la Edad Media*, Madrid, Ed. Nivola.
- GONZÁLEZ ARCE (2009): GONZÁLEZ ARCE, José Damián (2009), *Gremios y cofradías en los reinos medievales de León y Castilla. Siglos XII-XV*, Palencia, Región Editorial.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ (2006): GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Francisco José (2006), “Del ‘Arte de Marear’ a la navegación astronómica: Técnicas e instrumentos de navegación de la España de la Edad Moderna”, *Cuadernos de Historia Moderna. Anejos*, 5, pp. 135-166.
- GORDON (1987): GORDON, Robert B. (1987) “Sixteenth-Century Metalworking Technology used in the Manufacture of two German Astrolabes”, *Annals of Science*, 44, pp. 71-84.
- GRATUZE y BARRANDON (1995): GRATUZE, Bernard y BARRANDON J.N., “Nouvelles analyses de l’astrolabe latin AI 86-31”, *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32 (1995), pp. 433-438.
- GUIJARRO (2000): GUIJARRO GONZÁLEZ, Susana (2000), “Las Escuelas y la formación del clero de las catedrales en las Diócesis Castellano-Leonesas”, en José Ignacio de la Iglesia Duarte (coord.), *La enseñanza en la Edad Media. X Semana de Estudios Medievales de Nájera*. 1999, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, pp. 61-95.
- GUILLAUMIN (2009): GUILLAUMIN, Jean-Yves (2009), “Quelques caractéristiques de l’entreprise encyclopédique d’Isidore de Séville dans les Etymologies”, en Michael Balard et Michel Sot, *Au Moyen Âge, entre tradition Antique et innovation*, Paris, Editions du CTHS, pp. 19-33.
- GUNTHER (1932): GUNTHER, Robert T (1976)., *The Astrolabes of the World, Vol.I, “Eastern Astrolabes”*, Londres, Holland Press, (1ª ed. Oxford, Univ. Press, 1932).
- HALLEBEECK (2000): HALLEBEECK, Peter B. (2000), “Examination of Materials for Dating or Authentication”, en Peter de Clerq (ed.), *Scientific Instruments: Originals and Imitations. The Mensing Connection. Proceedings of the symposium held at the Museum Boerhaave, Leiden, 15-16 October 1999*, Leiden, Museum Boerhaave, pp. 75-81.
- HANNAH (2009): HANNAH, Robert (2009), *Time in Antiquity*, London - New York, Routledge.
- HARTMANN (2002): HARTMANN, Georg (2002), *Hartmann’s Praktika. A Manual for making Sundials and Astrolabes with the compass and rule. Written from 1518 to 1528*. Traducido y editado por John Lamprey, Bellvue (Colorado – USA), Lamprey
- HARTNER (1938): HARTNER, William (1964-65), “The principle and use of the astrolabe”, en Arthur U. Pope (ed.) *A Survey of Persian Art. From Prehistoric Times to the Present, Vol. VI, Part XII The Arts of Metalwork*, London, Oxford University Press, 1964-65 (1ª edición, Londres, 1938-1939), pp. 2530-2554.

- HAWKINS y KING (1982): HAWKINS, Gerald S. y KING David A. (1982), "On the orientation of the Kaaba, *Journal for the History of Astronomy*, 13, pp. 102-109.
- HERNÁNDEZ PÉREZ (2014): HERNÁNDEZ PÉREZ, Azucena (2014): "Astrolabios andalusíes e hispanos: de la precisión a la suntuosidad", *Anales de Historia del Arte*, 24, pp. 289-305.
- HERNÁNDEZ PÉREZ (2015): HERNÁNDEZ PÉREZ, Azucena (2015), "El dragón en el astrolabio", *Revista Digital de Iconografía Medieval*, 13, pp. 19-31.
- HERNÁNDEZ PÉREZ (2017a): HERNÁNDEZ, Azucena (2017), "Astrolabes for the king: the astrolabe of Petrus Raimundi of Barcelona", *Medieval Encounters*, Leiden-Boston, Brill (aceptado, en prensa).
- HERNÁNDEZ PÉREZ (2017b): HERNÁNDEZ PÉREZ, Azucena (2017), "Tratados del Astrolabio: el paso del manuscrito al impreso de un *manual de instrucciones* medieval" en Manuel Pedraza y Helena Carvajal (eds.) *Actas del II Congreso del Libro Medieval y Moderno. Zaragoza*. (aceptado, en prensa).
- HERNÁNDEZ PÉREZ (2017c): HERNÁNDEZ PÉREZ, Azucena (2017), "Astrolabios en al-Andalus y Egipto: referencias cruzadas", en Susana Calvo y Juan Carlos Ruiz Souza (eds.), *Arte y poder en las cortes de al-Andalus y Egipto*, Madrid, La Ergástula (aceptado, en prensa).
- HERNÁNDEZ PÉREZ (2017d): HERNÁNDEZ PÉREZ, Azucena (2017), "Tocar el cielo y medir lo invisible. Astrolabios medievales, paradigma de arte y ciencia, símbolo de estatus e imagen del Universo", *Revista Goya*. (aceptado, en prensa)
- HERNÁNDEZ PÉREZ (2017e): HERNÁNDEZ PÉREZ, Azucena (2017), "Del concepto al dibujo y del trazo al latón: Manufactura de un astrolabio en un taller medieval", en Matilde Miquel Juan, Olga Pérez Monzón y Pilar Martínez Taboada, *Afilando el pincel, dibujando la voz. Prácticas pictóricas góticas*, Madrid, Editorial Complutense, pp. 199-220.
- HERNÁNDEZ SÁNCHEZ (2016): HERNÁNDEZ SÁNCHEZ, Francisco (2016), *Las artes suntuarias del reino nazarí de Granada en el contexto cultural de Occidente: lujo, especificidad y éxito*. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid (tesis doctoral inédita).
- HERNANDO (1994): HERNANDO I DELGADO, Josep (1994), "Escrivans, illuminadors, lligadors, argenters i el llibre a Barcelona, segle XIV. Documents dels protocols notariais", *Miscel·lània de Textos Medievals*, 7, pp. 189-258.
- HERRERA CASADO (1985): HERRERA CASADO, Antonio (1985), "La Marca Media de al-Andalus en tierras de Guadalajara", *Wad al-Hayara*, 12, pp. 9-26.
- HERRERA CASAIS (2009): HERRERA CASAIS, Mónica (2009), "Granada en los Atlas Náuticos de al-Šarafi e identificación de un modelo mallorquín para la carta de al-Mursi", *Al-Qantara*, XXX-1, pp. 221-235.
- HILL (1984): HILL, Donald R. (1984), *A History of Engineering in Classical and Medieval Times*, La Salle (Illinois, USA), Open Court Publishing Company.
- HISCOCK (2004): HISCOCK, Nigel (2004) "Architectural Geometry and the Portfolio of Villard de Honnecourt", en Marie Thérèse Zenner (ed.), *Villard's Legacy. Studies in medieval technology, science and art in memory of Jean Gimpel*, Aldershot, Ashgate Publishing Ltd, pp. 3-21.
- HOLLOWAY (1946): HOLLOWAY, Maxon (1946), "Checklist of the Samuel Verplanck Collection", *Annual Report of the New York Historical Society*, p. 68.
- HOLMES (1953): HOLMES, Urban Tigner Jr.(1953), *Daily Living in the twelfth century. Based on the observations of Alexander Neckam in London and Paris*, Madison, University of Wisconsin Press.
- IBN JALDUN (1977): IBN JALDUN (1977), *Introducción a la Historia Universal (Al-Muqaddimah). Estudio preliminar, revisión y apéndices de Elías Trabulse*, Mexico, Fondo de Cultura Económica, 1977.

- IBN NAḤMIAS (2016): IBN NAḤMIAS, Joseph (2016), *The Light of the World. Astronomy in al-Andalus*. Edited, translated and with commentaries by Robert G. Morrison, Berkeley, University of California Press.
- IBRAHIM (1991): IBRAHIM EL OMEIR, Abdallah ibn (1991), *Los metales islámicos medievales en España*, (Tesis doctoral inédita). Madrid, Universidad Complutense de Madrid.
- JACQUART (1996): JACQUART, Danielle (1996) “Quelle histoire des sciences pour le période médiévale antérieur au XIII siècle?”, *Cahiers de Civilisation médiévale*, 39, pp. 97-113.
- JACQUART (2000): JACQUART, Danielle (2000), “Astrolabe carolingien dit Destombes”, *Les Andalousies de Damas à Cordoue. Exposition présentée à l’Institut du monde arabe du 28 novembre 2000 au 15 avril 2001*, Paris, Ed. Hazan, p. 242.
- JACQUART (2001): JACQUART, Danielle (2001), “Ficha del Astrolabio carolingio Destombes”, en M^a Jesús Viguera y Concepción Castillo (cords), *El esplendor de los Omeyas cordobeses. La civilización musulmana de Europa Occidental. Catálogo de la exposición de Madinat-al-Zahrā del 3 de mayo al 30 de septiembre de 2001, Tomo II (Catálogo de piezas)*, Granada, Junta de Andalucía, p. 206.
- JUNOD y GRAVES (2010): JUNOD, Benoît y GRAVES, Margarte, S. (eds.) (2010), *Treasures of the Aga Khan Museum. Arts of the Book & Calligraphy. Catalogue of the exhibition in Sakip Sabanci University and Museum Istanbul November 5, 2010 – February 27, 2011*, Istanbul, Aga Khan Trust for Culture and Sabanci University and Museum.
- KENNEDY (1996): KENNEDY, Edward S. (1996) “The Astrological Houses as Defined by Medieval Islamic Astronomers”, en Joseph Casulleras y Julio Samsó (eds.) *From Bagdad to Barcelona. Studies in the Islamic Exact Sciences in Honour of Prof. Juan Vernet. Vol II*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Historia de la Ciencia Árabe, pp. 535-578.
- KENNEDY (1997): KENNEDY, Edward S. “The Astronomical Tables of ibn al-Raqqam, a Scientist of Granada”, *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften*, 11, pp. 35-73.
- KENNEDY y KENNEDY (1987): KENNEDY, Edward S. & KENNEDY, Mary Helen (1987), *Geographical Coordinates of Localities from Islamic Sources*, Frankfurt am Main, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften.
- KING (1975b): KING, David A.(1975), “On the Astronomical Tables of the Islamic Middle Ages”, *Studia Copernicana*, 13, pp. 37-56.
- KING (1983): KING, David A. (1983), “The astronomy of the Mamluks”, *Isis*, 74, pp. 531-555.
- KING (1987c): KING, David A., “Universal solutions in Islamic astronomy” *Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium*, 39, pp. 121-132.
- KING (1988): KING, David A. (1988) “Universal solutions to problems of spherical astronomy from Mamluk Egypt and Syria” en Farhad Kazemi, *A way prepared: essays on Islamic culture in honor of Richard Bayly Winder*, New York, New York University Press, pp. 153-184.
- KING (1990): KING David A. (1990) “Science in the service of religion: the case of Islam”, *Impact of Science on Society*, 159, pp. 245-262.
- KING (1991): KING David A. (1991), “Mizwala”, en C.E. Bosworth *et al.*, *Encyclopaedia of Islam, Volume VII*, Leiden-New York, E.J. Brill, pp. 210-211.
- KING (1992a): KING David A (1992), “Astrolabio de Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš” en Jerrilynn D. Dodds (dir.), *Al Andalus. Las artes islámicas en España*. Catálogo de Exposición Granada, marzo-junio 1992, Madrid-Nueva York, Metropolitan Museum of Art y Ed. El Viso, pp. 376-377.
- KING (1992b): KING, David. A. (1992) “Globo celeste atribuido a Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī”, en Jerrilynn D. Dodds (dir.), *Al Andalus. Las artes islámicas en España*. Catálogo Exposición Granada, marzo-junio 1992, Madrid-Nueva York, Metropolitan Museum of Art y Ed. El Viso, pp. 378-379.

- KING (1992c): KING, David A.(1992), “Lámina universal de Muhammad ibn Muhammad ibn Hudayl” en Jerrilynn D. Dodds (dir.), *Al Andalus. Las artes islámicas en España*. Catálogo Exposición Granada, marzo-junio 1992, Madrid-Nueva York, Metropolitan Museum of Art y Ed. El Viso, pp. 380-381.
- KING (1992d): KING, David A. (1992), “Astrolab Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqash” en Wolfgang Pülhorn and Peter Laub (eds.), *Focus Behaim Globus. Teil 2: Katalog. Germanisches Nationalmuseum Nürnberg, 2 Dezember 1992 bis 28 Februar 1993*, Nuremberg, Germanisches Nationalmuseums, pp. 568-570.
- KING (1992e): KING, David. A. (1992) “Astrolabio con lámina universal y láminas astrológicas de Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo” en Jerrilynn D. Dodds (dir.), *Al Andalus. Las artes islámicas en España*. Catálogo Exposición, Granada, marzo-junio 1992), Madrid-Nueva York, Metropolitan Museum of Art y Ed. El Viso, pp. 382-383.
- KING (1993a): KING, David A (1993), “Rewriting History through Instruments: The Secrets of a Medieval Astrolabe from Picardy,” in R.G.W. Anderson, J.A. Bennett and W.F. Ryan (eds.), *Making Instruments Count: Essays on Historical Scientific Instruments presented to Gerard L'Estrange Turner*, Farnham: Ashgate Variorum, pp. 42-62, (Reimpreso en David A. King *Astrolabes from Medieval Europe*, Farnham, Ashgate Variorum, 2011, Part III)
- KING (1993b): KING, David A. (1993), “Mīkāṭ”, en C.E. Bosworth *et al.*, *Encyclopaedia of Islam. Volume VII*, Leiden-New York, E.J. Brill, pp. 27-32.
- KING (1995a): KING, David A. (1995), “The earliest known European astrolabe in the light of other Early Astrolabes”, *Physis*, 32, pp. 359-404
- KING (1995b): KING David A. (1995) “Making Instruments Talk: Some Medieval Astronomical Instruments and their Secrets”, *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 44, pp. 5-12.
- KING (1996): KING, David A. (1996) “On the role of the *Muezzin* and the *Muwaqqit* in Medieval Islamic society” en J. Ragep & S. Ragep (eds.) *Tradition, Transmission, Transformation. Proceedings of the second International Symposium on the History of Arabic Science (Aleppo)*, Leiden, Ed. J. Brill, pp. 285-346.
- KING (1999): KING, David A.(1999), *World Maps for Finding the Direction and Distance to Mecca. Innovation and Tradition in Islamic Science*, Leiden & Boston, Brill.
- KING (2000): KING, David A. (2000), “The star names on three 14th century astrolabes from Spain, France and Italy”, *Sic itur ad astra: Studien zur Geschichte der Mathematik und Naturwissenschaften: Festschrift für den Arabisten Paul Kunitzsch zum 70 Geburtstag*, Wiesbaden, Ed. Folkerts & Lorch, pp. 307-333. (Reimpreso en David A. King *Astrolabes from Medieval Europe*, Farnham, Ashgate Variorum, 2011, Part VII).
- KING (2001): KING, David A. (2001), *The Ciphers of the Monks. A forgotten number notation of the Middle Ages*, Stuttgart, Franz Steiner Verlag.
- KING (2002-2003): KING, David A. (2002-2003), “An astrolabe from 14th- century Christian Spain with inscriptions in Latin, Hebrew and Arabic. A unique testimonial to an intercultural encounter”, *Suhayl*, 3, pp. 9-156.
- KING (2004): KING, David A (2004) “Astrolabis de la Catalunya medieval“, Joan Vernet y Ramon Parés (eds), *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Valencia, Institut d'Estudis Catalans, pp. 161-204.
- KING (2005a): KING, David A. (2005), “Astronomical instrumentation in the medieval Islamic world” (Part X), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, Leiden-Boston, Brill, pp. 1-110.
- KING (2005b): KING, David A. (2005), “The neglected astrolabe. A supplement to the standard literature on the favourite astronomical instrument of the Middle Ages” (Part XIIIa), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and*

Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII), Leiden-Boston, Brill, pp. 339-402.

- KING (2005c): KING, David A. (2005), "An astrolabe from medieval Spain with inscriptions in Hebrew, Arabic and Latin" (Part XV), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, Leiden-Boston, Brill, pp. 831-914.
- KING (2005d): KING, David A. (2005), "The geographical data on early Islamic astronomical instruments" (Part XVI), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, Brill, Leiden-Boston, 2005, pp. 915-962.
- KING (2005e): KING, David A. (2005), "The quatrefoil as decoration on astrolabe retes" (Part XVII), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, Brill, Leiden-Boston, 2005, pp. 963-991.
- KING (2005f): KING, David A. (2005), "A checklist of Islamic astronomical instruments to ca.1500, ordered chronologically by region" (Part XVIII), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, Leiden-Boston, Brill, pp. 993-1020.
- KING (2005g): KING, David A. (2005), "On the universal horary quadrant for timekeeping by the sun" (Part XIIa), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, Brill, Leiden-Boston, 2005, pp. 199-258.
- KING (2005h): KING, David A. (2005), "The earliest astrolabes from Iraq and Iran (ca. 850- ca. 1100)" (Part XIIIc), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, Brill, Leiden-Boston, 2005, pp. 439-544.
- KING (2005i): KING, David A. (2005), "Some astronomical instruments from medieval Syria" (Part XIVb), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, Leiden-Boston, Brill, pp. 659-724.
- KING (2005j): KING, David A. (2005), "An approximate formula for timekeeping from 750 to 1900" (Part XI), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, Leiden-Boston, Brill, pp. 111-197.
- KING (2005k): KING, David A. (2005), "The oldest known astrolabe from late 8th century Baghdad (Part XIIIb), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume Two: Instruments of Mass Calculation (Studies X-XVIII)*, Brill, Leiden-Boston, 2005, pp. 403-437.
- KING (2008): KING, David A. (2008) "An Instrument of Mass Calculation made by Nastūlus in Bagdad ca.900", *Suḥayl*, 8, 93-119.
- KING (2011a), David A. (2011) "An ordered list of European astrolabes to ca. 1500", *Astrolabes from Medieval Europe. Part XII*, Farnham, Ashgate Variorum, pp. 1-11.
- KING (2011b): KING, David A. (2011) "The Astrolabe Depicted in the Intarsia of the *studiolo* of Archiduke Federico in Urbino," in David A. King, *Astrolabes from Medieval Europe. Part X*. Farnham, Ashgate Variorum, pp. 1-31
- KING (2014): KING, David. A (2014), "On the role of the muezzin and muwaqqit in medieval Islamic societies" (Part V), en David A. King (dir.) *In Synchrony with the Heavens. Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume One: The Call of the Muezzin (Studies I-IX)*, Leiden-Boston, Brill, pp. 623-677.

- KING y MAIER (1996): KING, David A. y MAIER, Kurt (1996), "The Medieval Catalan Astrolabe of the Society of Antiquaries London" en Josep Casulleras y Julio Samsó (eds) *From Bagdad to Barcelona. Studies in the Islamic Exact Sciences in Honour of Prof. Juan Vernet. Vol II*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Historia de la Ciencia Árabe, pp. 673-718. (Reimpreso en David A. King *Astrolabes from Medieval Europe*, Farnham, Ashgate Variorum, 2011, Part IV)
- KUNITZSCH (1959): KUNITZSCH, Paul (1959), *Arabische Sternnamen in Europa*, Wiesbaden, Ed. Otto Harrassowitz.
- KUNITZSCH (1966): KUNITZSCH, Paul (1966), *Typen von Stern Verzeichnissen in astronomischen Handschriften des zehnten bis vierzehnten Jahrhunderts*, Wiesbaden, Ed. Otto Harrassowitz.
- KUNITZSCH (1980): KUNITZSCH, Paul (1980), "Two Star Tables from Muslim Spain, *Journal for the History of Astronomy*, 11, pp. 192-201 [Reimpreso en KUNITZSCH, Paul (1989), *The Arabs and the Stars*, Northampton, Variorum Reprints, Parte IV].
- KUNITZSCH (1981): KUNITZSCH, Paul (1981), "On the authenticity of the treatise on the composition and use of the astrolabe ascribed to Messahalla", *Archives internationales d'histoire des sciences*, 31, pp. 42-62.
- KUNITZSCH (1987): KUNITZSCH, Paul, (1987) "Al-Khwarizmi as a source for the Sententie Astrolabii", en David A. King and George Saliba (eds.) *From Deferent to Equant: A Volume of Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in Honor of E. S. Kennedy. Annals of the New York Academy of Sciences. Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol. 500, pp. 227-236.
- KUNITZSCH (1989): KUNITZSCH, Paul (1989), *The Arabs and the Stars. Texts and Traditions on the Fixed Stars, and their influence in Medieval Europe*, Northampton, Variorum Reprints.
- KUNITZSCH (1993): KUNITZSCH, Paul (1993), "Fragments of Ptolemy's *Planisphaerium* in an early Latin translation", *Centaurus*, 36, pp. 97-101.
- KUNITZSCH (1998): KUNITZSCH, Paul (1998), "Traces of a tenth-century Spanish-arabic astrolabe" en *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften*, 12, pp. 113-120.
- KUNITZSCH (2000a): KUNITZSCH, Paul (2000), "La Table des Climats dans le corpus des plus anciens textes latins sur l'astrolabe", en Louis Cabellat et Olivier Desbordes (eds.), *Science Antique, Science Médiévale (Autour d'Avranches 235). Actes du Colloque International, Mont Saint-Michel, 4-7- septembre 1998*, Hildesheim-Zurich-New York, Olms-Weidmann, pp. 391-399.
- KUNITZSCH (2000b): KUNITZSCH, Paul (2000), "The Chapter on the Stars in an Early European Treatise on the Use of the Astrolabe (ca. AD 1000)", *Suhyal*, 1, pp. 243-250.
- KUNITZSCH y DEKKER (1996): KUNITZSCH, Paul y DEKKER, Elly (1996), "The stars on the rete of the so called 'Carolingian Astrolabe'" en Josep Casulleras y Julio Samsó (eds) *From Bagdad to Barcelona. Studies in the Islamic Exact Sciences in Honour of Prof. Juan Vernet. Vol II*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Historia de la Ciencia Árabe, pp. 656-672
- LACOMBRADÉ (1951): LACOMBRADÉ, Christian (1951), *Synésios de Cyrène. Hellène et Chrétien*, Paris, Ed. Les Belles Letres.
- LADERO (2014a): LADERO QUESADA, Miguel Ángel (2014), "La Casa Real en la baja Edad Media", en José M. Nieto Soria (coord.), *Poder político y sociedad en Castilla. Siglos XIII al XV. Selección de estudios*, Madrid, Ed. Dykinson S.L, pp. 195-218.
- LADERO (2014b): LADERO QUESADA, Miguel Ángel (2014), "Los Trastámara, de Castilla a la Corona de Aragón (1412-1479)", en José M. Nieto Soria (coord.), *Poder político y sociedad en Castilla. Siglos XIII al XV. Selección de estudios*, Madrid, Ed. Dykinson S.L, pp. 163-193.
- LADERO (2014c): LADERO QUESADA, Miguel Ángel (2014), "Algunas reflexiones sobre los orígenes del 'Estado moderno' en Europa (siglos XIII-XVIII)", en José M. Nieto Soria (coord.),

- Poder político y sociedad en Castilla. Siglos XIII al XV. Selección de estudios*, Madrid, Ed. Dykinson S.L, pp. 39-53.
- LADERO (2014d): LADERO QUESADA, Miguel Ángel (2014), “La Cámara de Enrique IV, rey de Castilla”, en José M. Nieto Soria (coord.), *Poder político y sociedad en Castilla. Siglos XIII al XV. Selección de estudios*, Madrid, Ed. Dykinson S.L, pp. 219-264.
- LAIRD y FISCHER (1995): LAIRD, Edgard y FISCHER, Robert (1995), *Pèlerin de Prusse on the Astrolabe. Text and translation of his Practique de astrolabe, 1362*, Binghamton (New York), Richard G. Newhauser and John A. Alford.
- LARREA (2013): LARREA, Juan José (2013), “Du Tiraz de Cordoue aux montagnes du Nord. Le luxe en milieu rural dans l’Espagne chrétienne du haut Moyen Âge”, en Laurent Feller y Ana Rodríguez (dirs.), *Objets sous contrainte. Circulation des richesses et valeur des choses au Moyen Âge*, Paris, Publications de la Sorbonne, pp. 43-61.
- LATTIN (1932): LATTIN, Harriet Pratt (1932), “Lupitus Barchinonensis”, *Speculum*, 7-1, pp. 58-64.
- LECLERCQ (1961): LECLERCQ, Jean (2007), *The Love of Learning and the Desire for God. A Study of Monastic Culture*, New York, Fordham University Press (1ª edición en 1961).
- LECOQ (1992): LECOQ, Danielle (1992), “Le temps et l’intemporel sur quelques représentations médiévales du monde au XII^e et au XIII^e siècles” en *Le temps, sa mesure et sa perception au Moyen Âge* (Bernard Ribémont, dir.), Actes du colloque Orleans, 12-13 avril 1991, Caen, Ed. Paradigme, pp. 113-149.
- LEJBOWICZ (1992): LEJBOWICZ, Max (1992), “Computus. Le nombre et le temps altimédiévaux” en Bernard Ribémont (dir.), *Le temps, sa mesure et sa perception au Moyen Âge. Actes du colloque Orleans, 12-13 avril 1991*, Caen, Ed. Paradigme, pp. 151-196.
- LEMAY (1977): LEMAY, Richard (1977), “The Hispanic Origin of our present Numeral Forms”, in *Viator. Medieval and Renaissance Studies. Vol. 8*, Berkeley-Los Angeles-London, University of California Press, pp. 435-459.
- LEWIS (1937): LEWIS, Bernard (1937), “Islamic Guilds”, *Economic History Review*, 8-1, pp. 20-37.
- LEWIS (1943): LEWIS, Bernard (1943), “An Epistle on Manual Crafts”, *Islamic Culture*, XXVIII, pp. 142-151.
- LINDBERG (1992): LINDBERG, David C. (1992), *The Beginnings of Western Science. The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious and Institutional Context, 600 BC to AD 1450*, Chicago-London, University of Chicago Press.
- LINDBERG (2013): LINDBERG, David C. (2013), “Science and Medieval Church”, en David C. Lindberg y Michael H. Shank (eds), *The Cambridge History of Science. Volume 2: Medieval Science*, New York, Cambridge University Press, pp. 268-285.
- LLULL (1981): LLULL, Ramón (1979), *Tractat d’Astronomia (segons el Ms. Add 16434 del British Museum). A cura de Jordi Gayà amb la collaboració de Lola Badia*, en J. Vernet (ed.) *Textos y estudios sobre astronomía española del siglo XIII*, Barcelona, Institución Milá y Fontanals del CISC, pp. 205-323.
- LLULL (2002): LLULL, Ramón (2002), *Començaments de Medicina. Tractat d’Astronomia. A cura de Lola Badia*, Palma de Mallorca, Patronat Ramon Llull.
- LÓPEZ GUZMÁN (2013): LÓPEZ GUZMÁN, Rafael *et al.* (dir.) (2013), *Artes y culturas de al-Andalus. El poder de la Alhambra*. (Catálogo de exposición, Palacio Carlos V, diciembre 2013 a marzo 2014), Granada, Ed. Patronato de la Alhambra y el Generalife.
- LORCH (2005): LORCH, Richard (2005), “The literature of the astrolabe to 1450”, en Koenraad. Van Cleempoel (ed.), *Astrolabes at Greenwich. A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum Greenwich*, Oxford, Oxford University Press, pp. 23-30.

- MADDISON (1957): MADDISON, Francis R. (1957), *A Supplement to a Catalogue of Scientific Instruments in the Collection of J.A. Billmeir, Exhibited by the Museum of the History of Science*, Oxford, Museum of History of Science.
- MADDISON (1963): MADDISON, Francis R. (1963), "Early astronomical and mathematical instruments", *HS (History of Science)*, 2, pp. 17-50.
- MADDISON (1969): MADDISON, Francis (1969), *Medieval Scientific Instruments and the Development of Navigational Instruments in the XVth and XVIth centuries*, Coimbra, Junta de Investigações do Ultramar.
- MADDISON (1997): MADDISON, Francis (1997), "On the Origin of the Mariner's Astrolabe", *Sphaera. Occasional Papers*, 2, pp. 3-7.
- MADDISON y SAVAGE-SMITH (1997): MADDISON, Francis y SAVAGE-SMITH, Emile (1997), *Science, Tools and Magic. The Nasser D. Khalili Collection of Islamic Art. Vol XII. Part 1*, London, The Noor Foundation.
- MADDISON y TURNER (1976): MADDISON, Francis y TURNER, Anthony (1976), *Science and technology in Islam*. Catalogue of the exhibition held at the Science Museum from April to August 1976, London, Science Museum, pp. 104-106.
- MAIER (1996): MAIER, Kurt (1996), "Zeugen der Mehrsprachigkeit: Mittelalterliche romanische Monatsnamen auf islamischen astronomischen Instrumenten", en Jens Lüdtke (coord.) *Romania Arabica. Festschrift für Reinhold Kontzi zum 70 Geburtstag*, Tübingen, GunterVerlag, pp. 251-270.
- MAIER (1999): MAIER, Kurt (1999), "Ein arabisches Astrolab aus Córdoba (11. Jh.) mit späteren alkatalanischen Inschriften", en Peter Eisenhardt *et al.* (eds.), *Der Weg der Wahrheit. Aufsätze zur Einheit der Wissenschaftsgeschichte. Festgabe zum 60 Geburtstag von Waltrer G. Saltzer*, Hildesheim- Zürich – New York, G.O.Verlag, pp. 119-133.
- MAKARIOU (2009): MAKARIOU, Sophie (2009), "Ficha de astrolabio", *Los mundos del Islam en la colección del Museo Aga Khan. Catálogo de exposición*, Barcelona, Fundación la Caixa, p. 92.
- MARCOS RODRÍGUEZ (1964): MARCOS RODRÍGUEZ, Florencio (1964), *Extractos de los libros de los Claustros de la Universidad de Salamanca : siglo XV (1464-1481)*, Salamanca, Universidad de Salamanca.
- MARÍN (1996): MARÍN, Manuela (1996), "Anthroponomy and Society: The Occupational *laqab* of Andalusian 'ulamā'", en Jens Lüdtke (coord.) *Romania Arabica. Festschrift für Reinhold Kontzi zum 70 Geburtstag*, Tübingen, GunterVerlag, pp. 271-279.
- MARÍN (2000): MARÍN, Manuela (2000), *Mujeres en al-Andalus. Estudios Onomástico-Biográficos de al Andalus. Vol. XI*, Madrid, CSIC.
- MARRA (1984): MARRA, Ornella (1984), "Di due astrolabi ispano-moreschi conservati nel Museo di Capodimonte", *Annali dell Istituto Universitario Orientale*, 44-2, pp. 271-306.
- MARTÍ y VILADRICH (1981): MARTÍ, Ramón y VILADRICH, Mercé (1981), "Las tablas de climas en los tratados de astrolabio del manuscrito 225 del scriptorium de Ripoll", *Llull*, 4, pp. 117-122.
- MARTIN (2001): MARTIN, Georges (2001), "Los intelectuales y la corona: la obra histórica y literaria", en Miguel Rodríguez Llopis (coord.) *Alfonso X y su época: el siglo del rey sabio*, Barcelona, Ed. Carroccio, pp. 259-285.
- MARTIN (2012): MARTIN, Therese (2012), "Exceptions and Assumptions: Women in Medieval Art History", en Therese Martin (ed.), *Reassessing the Roles of Women as "Makers" of Medieval Art and Architecture*, Leiden-Boston, pp. 1-33.
- MARTÍNEZ DE AGUIRRE (2009): MARTÍNEZ DE AGUIRRE, Javier (2009), "La Rueda de la Fortuna: Carlos III de Navarra en París, de rehén a promotor de las artes", en Concepción Cosmen, M^a Victoria Herráez y María Pellón (coords.), *El intercambio artístico entre los reyes hispanos y las cortes europeas en la Baja Edad Media*, León, Universidad de León, pp. 379-405.

- MARTÍNEZ GÁZQUEZ (1987): MARTÍNEZ GÁZQUEZ, José (1987), “La *Summa de Astronomia* de Pedro Gallego y el *Liber de Aggregationibus Scientie Stellarum* de al-Fargānī”, en Mercé Comes, Roser Puig y Julio Samsó (eds.), *De Astronomia Alphonsi Regis. Actas del Simposio sobre Astronomía Alfonsí celebrado en Berkeley, Agosto 1985*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Hª de la Ciencia y Universidad de Barcelona, pp. 153-179.
- MARTÍNEZ NÚÑEZ (2007): MARTÍNEZ NÚÑEZ, Mª Antonia (2007), *Epigrafía árabe*, Madrid, Real Academia de la Historia.
- MASSÓ i TORRENTS (1905): MASSÓ i TORRENTS, Jaume (1905), “Inventari dels bens mobles del rey Martí d’Aragó”, *Revue Hispanique*, tomo XII, 42, pp. 413-590.
- MAYER (1956): MAYER, Leo Ary (1956), *Islamic astrolabists and their works*, Ginebra, Ed. Albert Kundig.
- McCLUSKEY (1990): McCLUSKEY, Stephen C. (1990), “Gregory of Tours, Monastic Timekeeping and Early Christian Attitudes to Astronomy”, *Isis*, 81, pp. 8-22.
- McCLUSKEY (2000): McCLUSKEY, Stephen (2000), *Astronomies and Cultures in Early Medieval Europe*, Cambridge, Cambridge University Press.
- McCLUSKEY (2004): McCLUSKEY, Stephen C. (2004) “Astronomy, Time and Churches in the Early Middle Ages”, en Marie Thérèse Zenner (ed.) *Villard’s Legacy. Studies in medieval technology, science and art in memory of Jean Gimpel*, Aldershot, Ashgate Publishing Ltd, pp. 197-210.
- McCLUSKEY (2013): McCLUSKEY, Stephen C. (2013) “Natural Knowledge in the Early Middle Ages”, en David C. Lindberg y Michael H. Shank (eds), *The Cambridge History of Science. Volume 2: Medieval Science*, New York, Cambridge University Press, pp. 286-301-
- MENDOZA EGUARAS (1990): MENDOZA EGUARAS, Ángela (1990), “El astrolabio del Museo Arqueológico de Granada”, *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de Granada*, 1, pp. 139-167.
- MENÉNDEZ PIDAL (1955): MENÉNDEZ PIDAL, Ramón (1955), “España y la introducción de la ciencia árabe en Occidente”, *Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islámicos en Madrid*, 3, pp. 13-34.
- MEUCCI (1878): MEUCCI, Ferdinando (1878), *Il globo celeste arabico del secolo XI esistente nel gabinetto degli strumenti antichi di Astronomia, di Fisica e di Matematica del R. Istituto di Studi Superiori*, Firenze, Successori Le Monnier.
- MICHEL (1941): MICHEL, Henri, “Méthodes de tracé et d’exécution des Astrolabes persans”, *Ciel et terre*, 12, pp. 481-496.
- MICHEL (1943): MICHEL, Henri (1943), “L’astrolabe linéaire d’al-Tusi”, *Ciel et Terre*, 3-4, pp. 101-107.
- MICHEL (1947): MICHEL, Henri (1947), *Traité de l’Astrolabe*, París, Gauthier-Villars Imprimeur-Éditeur.
- MICHEL (1967): MICHEL, Henri (1967), *Scientific Instruments in Art and History*, Nueva York, The Viking Press.
- MILLÁS (1931): MILLÁS VILLACROSA, José Mª (1931), *Assaig d’Història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya Medieval*, Barcelona, Institució Patxot,
- MILLÁS (1943a): MILLÁS VALLICROSA, José María (1943), “El «Libro de Astrología» de don Enrique de Villena”, *Revista de Filología Española*, 27-1, pp. 1-29.
- MILLÁS (1943b): MILLAS VALLICROSA, José Mª (1943), *Estudios sobre Azarquiel*, Madrid, CSIC.
- MILLÁS (1944): MILLÁS VALLICROSA, José Mª (1944), “Un ejemplar de azafea árabe de Azarquiel”, *Al-Andalus*, IX, pp. 111-119 y lám. 4.

- MILLÁS (1949): MILLÁS VALLICROSA, José M^a (1987), *Estudios sobre historia de la ciencia española*, Madrid, CSIC (Ed. Facsímil de la edición del libro del mismo título, Barcelona, CSIC, 1949 añadiendo una presentación de Juan Vernet).
- MILLÁS (1955): MILLÁS VALLICROSA, José M^a (1955), “Los primeros tratados del astrolabio en la España árabe”, *Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islámicos en Madrid*, 3, pp. 35-76.
- MILLÁS (1960): MILLÁS VALLICROSA, José M^a (1960), *Nuevos estudios sobre historia de la ciencia española*, Madrid, CSIC-Instituto Luis Vives de Filosofía.
- MILLÁS (1962a): MILLÁS VALLICROSA, José M^a (1962), *Las tablas astronómicas del rey D. Pedro el Ceremonioso*, Madrid-Barcelona, CSIC.
- MILLÁS (1962b): MILLÁS VALLICROSA, José M^a (1962) “La cultura científica en la corte aragonesa y especialmente en la de Pedro el Ceremonioso”, *VII Congreso de Historia de la Corona de Aragón*, Barcelona, pp. 315-318.
- MILLÁS (1970): MILLÁS VALLICROSA, José M^a (1970), “Aportaciones científicas de los judíos españoles a fines de la Edad Media”, *Actas del primer simposio de Estudios Sefardíes*, Madrid, CSIC, pp. 33-42.
- MÍNGUEZ (1995): MÍNGUEZ, Carlos (1995), “El prefacio al Almagesto de Ptolomeo”, *La filosofía de los científicos*, Sevilla, Universidad de Sevilla, pp. 17-35.
- MOLÉNAT (2012): MOLÉNAT, Jean-Pierre (2012), “Les noms des mudéjars revisités, a partir de Tolède et de Lisbonne”, *En la España Medieval*, 35, pp. 75-98.
- MOMPLET (2004): MOMPLET, Antonio E. (2008), *El arte hispanomusulmán*, Madrid, Ediciones Encuentro.
- MONSALVO (2001): MONSALVO ANTÓN, José M^a (2001) “Renacimiento cultural y progreso científico en el ámbito europeo”, en Miguel Rodríguez Llopis (coord.) *Alfonso X y su época: el siglo del rey sabio*, Barcelona, Ed. Carroccio, pp. 195-233.
- MONTANER (1995): MONTANER FRUTOS, Alberto (1995), *El señal del rey de Aragón: historia y significado*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico.
- MORENO, VAN CLEEMPOEL y KING (2002): MORENO, Roberto, VAN CLEEMPOEL, Koenraad y KING David A. (2002) “A Recently Discovered Sixteenth Century Astrolabe”, *Annals of Science*, 59, pp. 331-362.
- MORRISON (2013): MORRISON, Robert G. (2013), “Islamic Astronomy”, en David C. Lindberg y Michael H. Shank (eds), *The Cambridge History of Science. Volume 2: Medieval Science*, New York, Cambridge University Press, pp. 109-138.
- MORRISON-J (2007): MORRISON, James E. (2007), *The Astrolabe*, Rehoboth Beach (Delaware-EEUU), Janus.
- MORTIMER (1989): MORTIMER, Catherine (1989) “X Ray Fluorescence Analysis of Early Scientific Instruments”, en Yannis Maniatis (ed.) *Archaeometry. Proceedings of the 25th International Symposium*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., pp. 311- 317.
- MUNDÓ (1995): MUNDÓ, Ansari M. (1995), “Analyse paléographique de l’astrolabe Carolingien”, *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 303-322.
- NAU (1899): NAU, François (1899), “Le traité sur l’astrolabe plan de Sévère Sabokt écrit au VII^e siècle d’après des sources grecques et publié pour la première fois avec traduction française”, *Journal Asiatique*, IX série, tt. 9 y 13, pp. 56-101 y 238-303.
- NEUGEBAUER (1949): NEUGEBAUER, Otto (1949), “The early history of the Astrolabe”, *Isis*, 40, pp. 240-256.
- NEUGEBAUER y VAN HOESEN (1959): NEUGEBAUER, Otto y VAN HOESEN, H.B. (1959) “Greek horoscopes”, *The American Philosophical Society, Memoirs*, 48, pp. 158-160 y 190.

- NEWBURY (2006): NEWBURY, Brian Dale, NOTIS, Michael, STEPHENSON, Bruce *et al* (2006), "The Astrolabe Craftsmen of Lahore and Early Brass Metallurgy", *Annals of Science*, 63-2, pp. 201-213.
- NIETO SORIA (2014): NIETO SORIA, José Manuel (coord.) (2014), *Poder político y sociedad en Castilla. Siglos XIII al XV. Selección de estudios*, Madrid, Ed. Dykinson S.L.
- NORTH (1974): NORTH, John D. (1974) "The Astrolabe", *Scientific American*, 230, pp. 96-106.
- NORTH (1975): NORTH, John D. (1975), "Monasticism and the First Mechanical Clocks", en J. T. Fraser and N. Lawrence (eds.), *The Study of Time II. Proceedings of the Second Conference of the International Society for the Study of Time. Lake Yamakana, Japan*, Berlin-Heidelberg-New York, Springer-Verlag, pp. 381-398.
- NORTH (1986): NORTH, John D. (1986), *Horoscopes and History*, London, Warburg Institute.
- NORTH (1987): NORTH, John D. (1987), "The Alfonsine Books and some Astrological Techniques", en Mercé Comes, Roser Puig y Julio Samsó (eds.), *De Astronomia Alphonsi Regis. Actas del Simposio sobre Astronomía Alfonsí celebrado en Berkeley, Agosto 1985*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Hª de la Ciencia y Universidad de Barcelona, pp. 43-50.
- NORTH (1992): NORTH, John D. (1992) "Tablas astronómicas en al-Andalus", en Juan Vernet y Julio Samsó (eds.), *El legado científico andalusí. Catálogo de la exposición del Museo Arqueológico de Madrid de Abril-Junio 1992*, Madrid, Ministerio de Cultura, pp. 37-44.
- NORTH (2004): NORTH, John (2004) "Diagram and Thought in Medieval Science", en Marie Thérèse Zenner (ed.), *Villard's Legacy. Studies in medieval technology, science and art in memory of Jean Gimpel*, Aldershot, Ashgate Publishing Ltd, pp. 265-287.
- NORTH (2005): NORTH, John D. (2005), *God's clockmaker. Richard of Wallingford and the invention of time*, London, Hambledon and London.
- NORTH (2013): NORTH, John (2013), "Astronomy and Astrology", en David C. Lindberg y Michael H. Shank (eds), *The Cambridge History of Science. Volume 2: Medieval Science*, New York, Cambridge University Press, pp. 456-484.
- NOTIS y NEWBURY (2013): NOTIS, Michael, NEWBURY, Brian, STEPHENSON, Bruce and STEPHENSON, Brian (2013), "Synchrotron X-Ray diffraction and fluorescence study of the astrolabe", *Applied Physics A. Materials Science & Processing*, 111, pp. 129-134.
- ORTIZ Y SANZ (1787): ORTIZ Y SANZ, José (1787), *Los diez libros de arquitectura de Marco Vitruvio Polion traducidos del latín y comentados*, Madrid, Imprenta Real.
- ÖZDURAL (2000): ÖZDURAL, Alpay (2000), "Mathematics and Arts: Connections between Theory and Practice in the Medieval Islamic World", *Historia Mathematica*, 27, pp. 171-201.
- PALTRINIERI (1992): PALTRINIERI, Giovanni (1992), "Astrolabi e volvelle. La sfera celeste descritta sur un piano", *L'Astrofilo. Bollettino dell'Unione Astrofili Bresciani*, 20, pp. 1-39.
- PARRA y ROBLES (2007): PARRA LLEDÓ, Maribel y ROBLES FERNÁNDEZ, Alfonso (2007), "Azafea de Azarquiel del tipo 'abbādiya (reproducción)", en Alfonso Robles Fernández (coord.), *Las artes y las ciencias el Occidente musulmán. Sabios mursíes en las cortes mediterráneas*. (Cat. Exp. Museo de la Ciencia y el Agua, junio 2007 a enero 2008), Murcia, Ayuntamiento de Murcia y Museo de la Ciencia y el Agua, p. 308.
- PASELK (2008): PASELK, Richard, (2008) "Medieval Tools of Navigation. An Overview", en R. Bork y A. Kann (eds.) *The Art, Science and Technology of Medieval Travel*, Aldershot, Ashgate Publishing Ltd, pp. 169-180.
- PAVÓN (1975): PAVÓN MALDONADO, Basilio (1989), *El arte hispanomusulmán en su decoración geométrica. (Una teoría para un estilo)*, Madrid, Agencia Española de Cooperación Internacional (1ª ed. 1975).
- PAVÓN (1981): PAVÓN MALDONADO, Basilio (1990), *El arte hispanomusulmán en su decoración floral*, Madrid, Agencia Española de Cooperación Internacional (1ª ed. 1981).

- PERARNAU (1998): PERARNAU I ESPELT, Josep (1998), “Nous autors i textos catalans antics: Pere de Puigdorfilà, Fogatges, Guillem Aldomar, Pere Ramon,” *Arxiu de textos catalans*, 17, pp. 540-569.
- PÉREZ HIGUERA (1997): PÉREZ HIGUERA, Teresa (1997), *Calendarios medievales. La representación del tiempo en otros tiempos*, Madrid, Ed. Encuentro.
- PHILOPON (1981): PHILOPON, Jean (1981), *Traité de l’Astrolabe*. (Edición crítica de A.P. Segonds), París, Astrolabica.
- PINGREE (1973): PINGREE, David (1973), “The Greek influence on early Islamic mathematical astronomy”, *Journal of the American Oriental Society*, 93, pp. 32-43.
- PINGREE (1996): PINGREE, David (1996), “Indian astronomy in medieval Spain” en Joseph Casulleras y Julio Samsó (eds) *From Bagdad to Barcelona. Studies in the Islamic Exact Sciences in Honour of Prof. Juan Vernet. Vol II*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Historia de la Ciencia Árabe, pp. 39-48.
- PINGREE (2009): PINGREE, David (2009), *Eastern Astrolabes. Historic Scientific Instruments of the Adler Planetarium & Astronomy Museum. Vol II*, Chicago, Adler Planetarium & Astronomy Museum,
- POULLE (1963): POULLE, Emmanuel (1963), *Un constructeur d’instruments astronomiques au XV^e siècle Jean Fusoris*, Paris, Honoré Champion.
- POULLE (1964): POULLE, Emmanuel (1964), “Le traité de l’astrolabe de Raymond de Marseille”, *Studi medievali*, 3-5, pp. 866-900.
- POULLE (1966): POULLE, Emmanuel (1966), “À propos des tables astronomiques de Pierre d’Aragon”, *Agrupamento de estudos de cartografia antiga*, Vol 19, Coimbra, Junta de investigações do ultramar, pp. 5-15.
- POULLE (1981): POULLE, Emmanuel (1981), *Les sources astronomiques (textes, tables, instruments)*, Turnhout (Belgium), Brepols.
- POULLE (1980): POULLE Emmanuel (1980), “Walcher de Malvern et son astrolabe (1092)”, *Revista da Universidades de Coimbra*, 28, pp. 47-54.
- POULLE (1985): POULLE, Emmanuel (1985), “L’astronomie de Gerbert”, *Gerberto: scienza e mito. Atti del Gerberti symposium, Bobbio, 25-27 luglio 1983*, Bobbio, Archivi Storici Bobiensi, pp. 597-617.
- POULLE (1987): POULLE, Emmanuel (1987), “Les Tables Alphonsines sont-elles d’Alphonse X?, en Mercé Comes, Roser Puig y Julio Samsó (eds.), *De Astronomia Alphonsi Regis. Actas del Simposio sobre Astronomía Alfonsí celebrado en Berkeley, Agosto 1985*, Barcelona, Ed. Universidad de Barcelona, pp. 51-69.
- POULLE (1988): POULLE, Emmanuel (1988), “The Alfonsine tables and Alfonso X of Castille”, *Journal for the history of astronomy*, 19, pp. 97-113.
- POULLE (1991): POULLE, Emmanuel (1991), “L’astronomie latine au XIV^e siècle, en Gilbert Dahan (ed.), *Gersonide en son temps. Science et philosophie médiévales*, Louvain-París, Ed. Peeters, pp. 253-264.
- POULLE (1995): POULLE, Emmanuel (1995), “La littérature astrolabique latine jusqu’au XIII^e siècle, *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 227-237.
- POULLE y GINGERICH (1967): POULLE, Emmanuel y GINGERICH, Owen (1967), “Les positions des planètes au Moyen Âge: application du calcul électronique aux tables alphonsines”, *Académie des inscriptions et belles-lettres comptes rendus des séances*, París, pp. 531-548.
- PRICE (1955): PRICE, Derek J. de Solla (1955), “An International Checklist of Astrolabes”, *Archives internationales d’histoire des sciences*, 30, pp. 243-263 y 363-381.

- PRICE (1975): PRICE, Derek de Solla (1975), "Clockwork Before the Clock and Timekeepers Before Timekeeping", en J. T. Fraser and N. Lawrence (eds.), *The Study of Time II. Proceedings of the Second Conference of the International Society for the Study of Time. Lake Yamakana, Japan, Berlin-Heidelberg-New York, Springer-Verlag*, pp. 367-380.
- PROCTOR (2005): PROCTOR, David (2005), "The construction and use of the astrolabe", en Koenraad Van Cleempoel (ed.), *Astrolabes at Greenwich. A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum Greenwich*, Oxford, Oxford University Press, pp. 15-22.
- PTOLEMY (1982): PTOLEMY (1982), *The Almagest*. Translated by R. Catesby Taliaferro, Chicago-London, Enciclopedia Britannica Inc.
- PUIG (1983): PUIG, Roser (1983) "Ibn Arqam al-Numayrī (m. 1259) y la introducción en al-Andalus del astrolabio lineal" en Juan Vernet, *Nuevos estudios sobre astronomía española en el siglo de Alfonso X*, Barcelona, CSIC, pp. 101-104.
- PUIG (1987a): PUIG, Roser (1987), "La proyección ortográfica en el *Libro de la aṣaḥḥa* alfonsí", en Mercé Comes, Roser Puig y Julio Samsó (eds.), *De Astronomia Alphonsi Regis. Actas del Simposio sobre Astronomía Alfonsí celebrado en Berkeley, Agosto 1985*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Hª de la Ciencia y Universidad de Barcelona, pp. 125-138.
- PUIG (1987b): PUIG, Roser (1987), *Los tratados de construcción y uso de la azafea de Azarquiel*, Madrid, Instituto Hispano-Árabe de Cultura.
- PUIG (1992): PUIG, Roser (1992), "Instrumentos universales en al-Andalus" en Juan Vernet y Julio Samsó (eds.), *El legado científico andalusí. Catálogo de la exposición del Museo Arqueológico de Madrid, Abril-Junio 1992*, Madrid, Ministerio de Cultura, pp. 67-73.
- PUIG (2003): PUIG, Roser (2003), "L'assafea de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona: un exemplar de zarqāliyya", *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, LX-10, pp. 357-365.
- PUIG (2004): PUIG, Roser (2004), "On the Transmission of some Andalusian Contributions in the Field of Astronomical Instrumentation to Eastern Islam", en N. Pourjadavy y Z. Vesel (eds.), *Sciences, Techniques et Instruments dans le Monde Iranien (X^e – XIX^e siècle)*, Teherán, Institut Français de Recherche en Iran, pp. 79-87.
- PUIG (2009): PUIG, Roser (2009) "Ibn Arqam, Abū Yaḥyā" en Jorge Lirola Delgado y José Miguel Puerta Vilchez (eds.) *Biblioteca de al-Andalus. Vol.2. De Ibn Aḍḥā a Ibn Bušrā*, Almería, pp. 351-353.
- PUIGVERT (2000a): PUIGVERT i PLANAGUMÀ, Gemma (2000), *Astronomia i astrologia al monestir de Ripoll. Edició i estudi dels manuscrits científics astronómicoastrològics del monestir de Santa Maria de Ripoll*, Bellaterra (Barcelona), Universitat Autònoma de Barcelona.
- PUIGVERT (2000b): PUIGVERT i PLANAGUMÀ, Gemma (2000), "Textes communs au manuscrit ACA Ripoll 225 et au manuscrit Avranches 235", en Louis Cabellat et Olivier Desbordes (eds.), *Science Antique, Science Médiévale (Autour d'Avranches 235). Actes du Colloque International, Mont Saint-Michel, 4-7- septembre 1998*, Hildesheim-Zurich-New York, Olms-Weidmann, pp. 171-187.
- READ (1893): READ, Charles Hercules (1893), "Astrolabe", *Proceedings of the Society of Antiquaries*, 18TH May, London, Society of Antiquaries, pp. 355-364.
- RENAUD (1942): RENAUD, H.P.J., "Quelques constructeurs d'astrolabes en occident musulman", *Isis*, 34, pp. 20-23.
- RICO Y SINOBAS (1863): RICO Y SINOBAS, Manuel (1863-1867), *Libros del Saber de Astronomía del rey Alfonso X de Castilla*, Tomos I-IV, Madrid, Ed. Eusebio Aguado, [Edición reimpressa en 2002 por el Institute for the History of Arabic-Islamic Science at the Johan Wolfgang Goethe University en Franckfurt am Main (Alemania)].
- RIERA (1983): RIERA i TUÈBOLS, Santiago (1983), *Síntesi d'història de la ciència catalana*, Barcelona, Edicions de la Magrana.

- RIUS (2000): RIUS, Mónica (2000), *La Alquibla en al-Andalus y al-Magrib al-Aqṣa*, Universitat de Barcelona. Institut Millàs Vallicrosa d'Historia de la Ciència Àrab, Barcelona.
- RIUS (2003): RIUS, Mónica (2003), "La actitud de los emires cordobeses hacia los astrólogos: entre la adicción y el rechazo", en Cristina de la Puente (ed.) *Identidades marginales*. (Colección Estudios Onomástico-Biográficos. Vol. XIII), Madrid, CSIC, pp. 517-549.
- RIUS (2008a): RIUS, Mónica (2008), "Mesurar el temps al Magrib: la determinació de les hores d'oració", *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, 1, pp. 261-268.
- RIUS (2008b): RIUS, Mónica (2008) "Científicos en nómina: mecenazgo científico en el occidente islámico", *al-Qantara*, 29, pp. 383-401.
- RIUS (2009): RIUS, Mónica (2009) "Al-Maʿrīfī, Maslama", en Jorge Lirola Delgado (ed.), *Biblioteca de al-Andalus. Vol. 6. De Ibn al-ʿYabbāb a Nubdat al 'aṣr*, Almería, Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes, pp. 535-539.
- RIUS (2012): RIUS, Mónica (2012) "Al-Ḍabbī, 'Abd al-Wāḥid" en Jorge Lirola Delgado y José Miguel Puerta Vilchez (eds.) *Biblioteca de al-Andalus. Vol.1. De al-ʿAbbādīya a Ibn Abyad*, Almería, Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes, pp. 303-304.
- RODRÍGUEZ ARRIBAS (2010a): RODRÍGUEZ ARRIBAS, Josefina (2010), "Abraham Bar Ḥiyya", en Norman A. Stillman *et al.* (eds.) *Encyclopedia of Jews in the Islamic World. Vol I*, Leiden & Boston, Brill, pp. 21-23.
- RODRÍGUEZ ARRIBAS (2010b): RODRÍGUEZ ARRIBAS, Josefina (2010), "Abraham of Toledo", en Norman A. Stillman *et al.* (eds.) *Encyclopedia of Jews in the Islamic World. Vol I*, Leiden & Boston, Brill, pp. 25-26.
- RODRÍGUEZ ARRIBAS (2010c): RODRÍGUEZ ARRIBAS, Josefina (2010), "Ibn Ezra, Abraham Abū Ishāq", en Norman A. Stillman *et al.* (eds.) *Encyclopedia of Jews in the Islamic World. Vol II*, Leiden & Boston, Brill, pp. 475-478.
- RODRÍGUEZ ARRIBAS (2010d): RODRÍGUEZ ARRIBAS, Josefina (2010), "Ibn Tibbon, Jacob ben Machir", en Norman A. Stillman *et al.* (eds.) *Encyclopedia of Jews in the Islamic World. Vol II*, Leiden & Boston, Brill, pp. 548-549.
- RODRÍGUEZ ARRIBAS (2010e): RODRÍGUEZ ARRIBAS, Josefina (2010), "Judah ben Moses ha-Kohen", en Norman A. Stillman *et al.* (eds.) *Encyclopedia of Jews in the Islamic World. Vol III*, Leiden & Boston, Brill, pp. 51-52.
- RODRÍGUEZ ARRIBAS (2011): RODRÍGUEZ ARRIBAS, Josefina (2011), *El Cielo de Sefarad. Los judíos y los astros (siglos XII a XIV)*, Córdoba, Ediciones el Almendro.
- RODRÍGUEZ ARRIBAS (2013): RODRÍGUEZ ARRIBAS, Josefina (2013), "Medieval Jews and Medieval Astrolabes: Where, Why, How, and What for?", en Sacha Stern and Charles Burnett (eds.), *Time, Astronomy, and Calendars in the Jewish Tradition*, Leiden-Boston, Brill, pp. 221-272.
- RODRÍGUEZ ARRIBAS (2016): RODRÍGUEZ ARRIBAS, Josefina (2016), "Reading Astrolabes in Medieval Hebrew", J. Feichtinger, Miles MacLeod *et al.* (eds.), *Language as a Scientific Tool. Shaping Scientific Language across Time and National Tradition*, New York and London, Routledge. Taylor & Francis Group, pp. 89-112.
- RODRÍGUEZ ARRIBAS (2017?): RODRÍGUEZ ARRIBAS, Josefina (¿2017?), *A Cultural History of Astrolabes Among Jews: Manuscripts and Instruments*. (en prensa).
- RODRÍGUEZ DE LA PEÑA (2008): RODRÍGUEZ DE LA PEÑA, Manuel Alejandro (2008), *Los reyes sabios. Cultura y poder en la Antigüedad Tardía y la Alta Edad Media*, Madrid, Ed. Actas.
- ROLDÁN (2001): ROLDÁN CASTRO, Fátima (2001), "La cultura: desarrollos y relaciones", en M^a Jesús Viguera y Concepción Castillo (eds.), *El esplendor de los Omeyas cordobeses. La civilización musulmana de Europa Occidental. Catálogo de la exposición de Madinat-al-Zahrā del 3 de mayo al 30 de septiembre de 2001, Tomo I*, Granada, Junta de Andalucía, pp. 320-329.

- ROQUES (1989): ROQUES, Denis (1989) *Études sur la correspondance de Synésios de Cyrène*, Bruselas, Latomus (colección Latomus, vol. 205).
- ROY y NAVARRO (1999): ROY MARÍN, M^a José y NAVARRO BONILLA, Diego (1999), “La librería del rey Martín I el Humano: aproximación metodológica para su estudio”, *Aragón en la Edad Media*, 14-15/2, pp. 1369-1382.
- RUBIÓ i LLUCH (1908): RUBIÓ i LLUCH, Antoni (1908), *Documents per l’Historia de la Cultura Catalana Mig-aval, Vol. 1*, Barcelona, Institut d’Estudis Catalans.
- RUBIÓ i LLUCH (1914): RUBIÓ i LLUCH, Antoni (1914) “La cultura catalana en el regnat de Pere III”, *Estudis Universitaris Catalans*, 8, pp. 219-247.
- RUBIÓ i LLUCH (1921): RUBIÓ i LLUCH, Antoni (1921), *Documents per l’Historia de la Cultura Catalana Mig-aval, Vol. 2*, Barcelona, Institut d’Estudis Catalans.
- RUIZ MORALES (2010): RUIZ MORALES, Mario (2010), “Astronomía en la Granada Musulmana”, *Miscelánea de Estudios Árabes y Hebraicos. Sección Árabe-Islam*, 59, pp. 137-170.
- RUIZ SOUZA (2001): RUIZ SOUZA, Juan Carlos (2001), “El palacio de los Leones de la Alhambra: ¿Madrassa, zawiya y tumba de Muhammad V? Estudio para un debate”, *Al-Qantara. Revista de estudios árabes*, 22-1, pp. 77-120.
- ŞĀ’ID AL-ANDALUSĪ (2000): ŞĀ’ID AL-ANDALUSĪ (2000), *Historia de la Filosofía y de las Ciencias o Libro de las Categorías de las Naciones [Kitāb tabaqāt al-umam]*. Traducción y notas de Eloísa Llaveró Ruiz, Madrid, Ed. Trotta.
- SAAVEDRA (1875): SAAVEDRA Y MORAGAS, Eduardo (1875), “Astrolabios árabes”, *Museo español de Antigüedades, tomo VI*. Madrid, Imprenta Fortanet, pp. 395-414.
- SAAVEDRA (1878): SAAVEDRA, Eduardo (1991), “Note sur un astrolabe arabe”, en Fuat Sezgin (ed.) *Arabische Instrumente in Orientalistischen Studien. Sweiter Band: Astronomische Instrumente Publikationen 1858-1892*, Frankfurt am Main, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, pp. 175-176. [reimpresión del artículo de mismo título en *Atti del IV Congresso Internazionale degli Orientalisti. Firenze settembre 1878, 1878*, pp. 455-456].
- SABRA (1996): SABRA, Abdelhamid Ibrahim (1996), “Situating Arabic Science: Locality versus Essence”, *Isis*, 87-4, pp. 654-670.
- SALIBA (1985): SALIBA, George (1985), “The Function of Mechanical Devices in Medieval Islamic Society”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 441, pp. 141-152.
- SALIBA (1999a): SALIBA, George (1999), “Artisans and mathematicians in Medieval Islam”, *Journal of the American Oriental Society*, 119-4, pp. 637-645.
- SALIBA (1999b): SALIBA, George (1999), “Astronomy and Astrology in Medieval Arabic Thought”, en Roshdi Rashed et Joël Biard (eds.), *Les Doctrines de la Science de l’Antiquité à l’Âge Classique*, Leuven, Éditions Peeters, pp. 131-164.
- SALIBA (2001): SALIBA, George A. (2001), “Science before Islam” en A.Y. al-Hassan (ed.) *The Different Aspects of Islamic Culture. Vol 4: Science and Technology in Islam. Part I: The Exact and Natural Sciences*, París, Unesco Publications, pp. 27-49.
- SALIBA (2010): SALIBA, George (2010), “Blurred Edges. At the Intersection of Science, Culture and Art”, en Siegfried Zielinski and Eckhard Furlus (eds.), *Variontology 4: On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies in the Arabic Islamic World and Beyond*, Colonia, Walther König, pp. 345-361.
- SAMSÓ (1973): SAMSÓ, Julio (1973) “A propos de quelques manuscrits astronomiques des bibliothèques de Tunis: contribution a une étude de l’astrolabe dans l’Espagne musulmane” *Actas del II Coloquio Hispano-Tunecino de Estudios Históricos. Madrid-Barcelona, mayo de 1972*, Madrid, Instituto Hispano-Árabe de Cultura, pp. 187-190.
- SAMSÓ (1984): SAMSÓ, Julio (1984) “La ciencia española en la época de Alfonso el Sabio” en Javier Faci (coord.), *Alfonso X. Toledo 1984*, Toledo, Museo de Santa Cruz, pp. 89-101.

- SAMSÓ (1987b): SAMSÓ, Julio (1987) “Sobre el tratado de la azafea y de la lámina universal: intervención de los colaboradores alfonsíes”, *al-Qantara*, 8, pp. 29-43 [reimpreso en Julio Samsó (1994), *Islamic Astronomy and Medieval Spain*, Aldershot, Variorum, Parte XV]
- SAMSÓ (1987c): SAMSÓ, Julio (1987), “Alfonso X and Arabic Astronomy”, en Mercé Comes, Roser Puig y Julio Samsó (eds.), *De Astronomia Alphonsi Regis. Actas del Simposio sobre Astronomía Alfonsí celebrado en Berkeley, Agosto 1985*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Hª de la Ciencia y Universidad de Barcelona, pp. 23-38.
- SAMSÓ (1992): SAMSÓ, Julio (1992) “The Exact Sciences in al-Andalus”, en Salma Khadra Jayyusi (ed.), *The Legacy of Muslim Spain*, Leiden-New York-Köln, Brill, pp. 952-973.
- SAMSÓ (1995): SAMSÓ, Julio (1995), “Roma et Francia (*Ifranja*) in Destombes carolingian astrolabe”, *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 239-251.
- SAMSÓ (1996): SAMSÓ, Julio (1996), “Al-Bīrūnī in al-Andalus” en Joseph Casulleras y Julio Samsó (eds) *From Bagdad to Barcelona. Studies in the Islamic Exact Sciences in Honour of Prof. Juan Vernet. Vol II*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Historia de la Ciencia Árabe, pp. 583-612.
- SAMSÓ (2000a): SAMSÓ, Julio (2000), “Maslama al-Majrīfī and the star table in the treatise *De mensura astrolabii*”, en Menso Folkerts y Richard Lorch (eds.), *Sic itur ad astra. Studien zur Geschichte der Mathematik und Naturwissenschaften. Festschrift für den Arabisten Paul Kunitzsch zum 70 Geburtstag*, Wiesbaden, Harrassowitz Verlag, pp. 506-522.
- SAMSÓ (2000b): SAMSÓ, Julio (2000), “La Astronomía en Toledo durante la etapa taifa (1031-1085)” en Miguel A. Larriba (ed), *Entre el Califato y la Taifa: Mil años del Cristo de la Luz. Actas del Congreso Internacional, Toledo, 1999*, Toledo, Asociación de Amigos del Toledo Islámico, pp. 125-134.
- SAMSÓ (2001a): SAMSÓ, Julio (2001), “Ciencia omeya en la Cataluña carolingia” en Mª Jesús Viguera y Concepción Castillo (eds.), *El esplendor de los Omeyas cordobeses. La civilización musulmana de Europa Occidental. Exposición en Madīnat al-Zahrā, mayo-septiembre 2001, Tomo I*, Granada, Junta de Andalucía, pp. 234-239.
- SAMSÓ (2001b): SAMSÓ, Julio (2001), “Astrology”, en A.Y. al-Hassan (ed.) *The Different Aspects of Islamic Culture. Vol 4: Science and Technology in Islam. Part I: The Exact and Natural Sciences*, París, Unesco Publications, pp. 267-296.
- SAMSÓ (2001c): SAMSÓ, Julio (2001) “Astronomical Tables and Theory”, en A.Y. al-Hassan (ed.) *The Different Aspects of Islamic Culture. Vol 4: Science and Technology in Islam. Part I: The Exact and Natural Sciences*, París, Unesco Publications, pp. 209-234.
- SAMSÓ (2002-2003): SAMSÓ, Julio (2002-2003), “In pursuit of Zacut’s Almanach Perpetuum in the eastern Islamic world”, *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften*, 15, pp. 67-93.
- SAMSÓ (2003a): SAMSÓ, Julio (2003) “El astrolabio carolingio de Marcel Destombes y la introducción del astrolabio en la Catalunya medieval”, *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, vol. 60, nº 10, pp. 345-353.
- SAMSÓ (2003b): SAMSÓ, Julio (2003), “A social approximation to the History of the Exact Sciences in al-Andalus”, en Josep Batlló, Pascual Bernat y Roser Puig (coord.), *Actes de la VII Trobada d’Història de la Ciència i de la Tècnica. Barcelona 14-17 novembre 2002*, Barcelona, Societat Catalana d’Història de la Ciència i la Tècnica, pp. 519-530.
- SAMSÓ (2004a): SAMSÓ, Julio (2004), “La introducción de la astronomía árabe en Cataluña a fines del siglo X”, *Ante el milenario del reinado de Sancho el Mayor. Un rey navarro para España y Europa. XXX Semana de Estudios Medievales. Estella, 14 a 18 de julio de 2003*, Pamplona, Gobierno de Navarra, Departamento de Cultura y Turismo, Institución Príncipe de Viana, p. 301-317.

- SAMSÓ (2004b): SAMSÓ, Julio (2004), “El procés de la transmissió científica al nord-est de la Península Ibèrica al segle XII: els textos llatins”, en J. Vernet, J. Samsó *et al.* (eds.), *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Barcelona, Institut d’Estudis Catalans, pp. 269-296.
- SAMSÓ (2004c): SAMSÓ, Julio (2004), “Els inicis de la introducció de la ciència àrab a Europa a través de Catalunya”, en J. Vernet, J. Samsó *et al.* (eds.), *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Barcelona, Institut d’Estudis Catalans, pp. 115-159.
- SAMSÓ (2004d): SAMSÓ, Julio (2004), “Abraham Zacut and José Vizinho’s Almanach Perpetuum in Arabic (16th-19th c.)” *Centaurus*, 46, pp. 82-97.
- SAMSÓ (2007a): SAMSÓ, Julio (2007), “Ibn al-Šaffār, Abū-l-Qāsim”, en Jorge Lirola Delgado (ed.) *Biblioteca de al-Andalus. Vol. 5. De Ibn Sa’āda a Ibn Wuhayb*, Almería, Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes, pp. 69-73.
- SAMSÓ (2011): SAMSÓ, Julio (2011), *Las Ciencias de los Antiguos en al-Andalus (2ª edición con addenda y corrigenda de J. Samsó y M. Forcada)*, Almería, Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes.
- SAMSÓ y BERRANI (1999): SAMSÓ, Julio y BERRANI, Hamid (1999), “World astrology in eleventh century al-Andalus: the epistle on *tasyīr* and the projection of rays by al-Istijjī”, *Journal of Islamic Studies*, 10-3, pp. 293-312.
- SAMSÓ y CASTELLS (1995): SAMSÓ, Julio y CASTELLS, Margarita (1995), “Seven chapters of Ibn al-Šaffār’s lost *zīj*”, *Archives internationales d’Histoire des Sciences*, 45, pp. 229-262.
- SARMA (1996): SARMA, Sreeramula Rajeswara (1996), “The *Šafīha Zarqāliyya* in India”, en Joseph Casulleras y Julio Samsó (eds) *From Bagdad to Barcelona. Studies in the Islamic Exact Sciences in Honour of Prof. Juan Vernet. Vol II*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Historia de la Ciencia Árabe, pp. 719-735.
- SAUNDERS (1984): SAUNDERS, Harold N (1984), *All the Astrolabes*, Oxford, Senecio Publishing Co. Ltd.
- SAUVAIRE y DE REY (1893): SAUVAIRE, H. y DE REY PAILHADE, J. (1893), “Sur une *mère* d’astrolabe arabe du XIII^e siècle (409 de l’Hégire) portant un Calendrier Perpétuel avec correspondance musulmane et chrétienne” *Journal Asiatique*, 1, pp. 5-76 y 185-231.
- SAVAGE (2013): SAVAGE SMITH, Emile (2013), “The Most Authoritative Copy of ‘Abd al-Rahman al-Sufī’s Tenth Century Guide to Constelations”, en Sheila Blair and Jonathan Bloom (eds), *God is Beautiful and Loves Beauty, The Object in Islamic Art and Culture*, New Haven, Yale University Press and Qatar Foundation, 2013, pp. 124-155.
- SCERRATO (1967): SCERRATO, Umberto (1967), *Arte Islamica a Napoli. Opere della Raccolte Pubbliche Napoletane*. Catálogo de exposición, Nápoles: Istituto Universitario Orientale di Napoli.
- SCHECHNER (1998): SCHECHNER, Sara (1998) “Astrolabes: A cross-Cultural and Social Perspective” en Roderick and Marjorie Webster (eds.), *Western Astrolabes. Historic Scientific Instruments of the Adler Planetarium & Astronomy Museum. Vol I*, Chicago, Adler Planetarium & Astronomy Museum, pp. 2-25.
- SCHECHNER (2008): SCHECHNER, Sara (2008), “Astrolabes and Medieval Travel”, en R. Bork y A. Kann (eds.) *The Art, Science and Technology of Medieval Travel*, Aldershot, Ashgate Publishing Ltd, pp. 181-210.
- SCHMIDL y GAULKE (2007): SCHMIDL, Petra y GAULKE, Karsten (2007), “Andalusisches Astrolabium. Ibrahīm b. al-Sahlī (Valencia, 1086)”, en Karsten Gaulke y Miguel A. Granada (eds.) *Der Ptolemäus von Kassel. Landgraf Wilhelm IV con Hessen-Kassel und die Astronomie*, Kassel, Museumslandschaft Hessen-Kassel, pp. 220-225.
- SÈDILLOT (1844): SÈDILLOT, Louis Amélie (1989), *Mémoire sur les Instruments Astronomiques des Arabes*, Frankfurt am Main, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften

- [reimpresión de la obra *Mémoires présentés à l'Académie Royale des Inscriptions et Belles-Lettres. Première série. Tome I*, París, 1844].
- SERRA (1931): SERRA RÁFOLS, Elías (1931), *Una Universidad medieval. El Estudio General de Lérida*, Madrid, Librería general Victoriano Suárez.
- SERRA (2003): SERRA DESFILIS, Amadeo (2002-2003), “La historia de la dinastía en imágenes: Martín el Humano y el rollo genealógico de la Corona de Aragón”, *Locus Amoenus*, 6, pp. 57-74.
- SHANK (2013): SHANK, Michael H. (2013), “Schools and Universities in Medieval Latin Science”, en David C. Lindberg y Michael H. Shank (eds), *The Cambridge History of Science. Volume 2: Medieval Science*, New York, Cambridge University Press, pp. 207-239.
- SHERIDAN (1896): SHERIDAN, Paul (1896), “Les inscriptions sur ardoise de l'Abbaye de Villers”, *Annales de la Société d'Archeologie de Bruxelles*, 10, pp. 5-64.
- SINESIO (1993): SINESIO DE CIRENE (1993), *Himnos. Tratados. Traducción y notas de Francisco A. García Romero*, Madrid, Editorial Gredos.
- SINESIO (1995): SINESIO DE CIRENE (1995), *Cartas. Traducción y notas de Francisco A. García Romero*, Madrid, Editorial Gredos.
- SOUCEK (1992): SOUCEK, Svat (1992), “Islamic Charting in the Mediterranean”, en J.B. Harley y David Woodward (eds.), *Cartography in the Traditional Islamic and South Asian Societies (The History of Cartography, Vol. Two. Book One)*, Chicago & London, The University of Chicago Press, pp. 263-292.
- STAUTZ (1997): STAUTZ, Burkhard (1997), *Untersuchungen von mathematisch-astronomischen Darstellungen auf mittelalterlichen Astrolabien islamischer und europäischer Herkunft* Bassum, GNT-Verlag.
- STAUTZ (1999): STAUTZ, Burkhard (1999), *Die Astrolabiensammlungen des Deutschen Museums und des Bayerischen Nationalmuseums*, Munich, Oldenbourg.
- STEPHENSON (2000): STEPHENSON, Bruce, BOLT, Marvin & FRIEDMAN, Anna F (2000), *The Universe Unveiled: Instruments and Images through History*, Chicago and Cambridge, Adler Planetarium and Cambridge University Press.
- STEVENS (1995a): STEVENS, Wesley M (1995), “The oldest latin astrolabe”, *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 2-3.
- STEVENS (1995b): STEVENS, Wesley M (1995), “Paleographical studies of letter forms on the mater and tympana of astrolabe AI.86-31”, *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 253-301.
- STEVENS (2004): STEVENS, Wesley M. (2004) “Euclidean Geometry in the Early Middle Ages”, en Marie Thérèse Zenner (ed.), *Villard's Legacy. Studies in medieval technology, science and art in memory of Jean Gimpel*, Aldershot, Ashgate Publishing Ltd, pp. 229-263.
- STRANO (2010): STRANO, Giorgio (2010) “L'astronomia e il tempo” en Filippo Camerota (coord.), *Museo Galileo. Guida ai Tesori della collezione*, Firenze, Ed. Giunti, 2010, pp. 16-17.
- SYNESIOS (2000): SYNESIOS DE CYRENE (2000), *Correspondance. Tome III. Lettres LXIV-CLVI. Texte établi par Antonio Garzya. Traduit et commenté par Denis Roques*, Paris, Les Belles Lettres.
- TERZAGHI (1944): TERZAGHI, Nicolaus (1944), *Synesii Cyrenensis Opuscula*, Roma, Consilio Academiae Lynceorum.
- THEOPHILUS (1979): THEOPHILUS (1979), *On divers arts: the foremost medieval treatise on painting, glassmaking and metalwork*. (Translated from the Latin with introduction and notes by John G. Hawthorne and Cyril Stanley Smith), New York, Dover Publications Inc.

- TIHON (1995): TIHON, Anne (1995), "Traité byzantins sur l'astrolabe", *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 323-357
- TIHON (2013): TIHON, Anne (2013), "Science in Byzantine Empire", en David C. Lindberg y Michael H. Shank (eds), *The Cambridge History of Science. Volume 2: Medieval Science*, New York, Cambridge University Press, pp. 190-206.
- TUIL LEONETTI (2014): TUIL LEONETTI, Bulle (2014), "Ficha de astrolabio almohade de al-Jama'iri" en *Le Maroc médiéval. Un empire de l'Afrique à l'Espagne*. Catálogo de exposición Museo del Louvre, 17 de octubre de 2014 - 19 de enero de 2015, París, Museo del Louvre, p. 363.
- TURNER (1985): TURNER, Anthony J. (1985) *The Time Museum. Vol 1: Time Measuring Instruments. Part I: Astrolabes. Astrolabe related instruments*, Rockford, The Time Museum.
- TURNER (1987): TURNER, Anthony (1987), *Early Scientific Instruments. Europe 1400-1800*, London, Sotheby's Publications.
- TURNER (1995): TURNER, Anthony.J (1995), "Destombian discovery and doubt, the problem of the 'oldest latin astrolabe'", *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 191-207.
- TURNER-G (1995): TURNER, Gerald (1995), "The craftsmanship of the 'Carolingian' astrolabe", *Physis: Rivista internazionale di storia della scienza*, 32, pp. 421-432.
- TURNER-G (2000): TURNER, Gerald (2000), "A critique of the use of the First Point of Aries in dating astrolabes" en Menso Folkerts y Richard Lorch (ed.), *Sic itur and astra, Studien zur Geschichte der Mathematik und Naturwissenschaften. Festschrift für den Arabisten Paul Kunitzsch zum 70 Geburtstag*, Wiesbaden, Harrassowitz, pp. 548-554.
- UNITY ISLAMIC ART (1985): *The Unity of Islamic Art: An Exhibition of Islamic Art at the Islamic Art Gallery*. Catálogo de exposición en el King Faisal Center for Research 1985, Riad (Arabia Saudí), King Faisal Center for Research.
- VALLS (1931): VALLS TABERNER, Ferrán (1931), "Códices manuscritos de Ripoll", *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*, 3ª época, año XXXV, 52, pp. 5-15 y 139-175.
- VALLVÉ (1980): VALLVÉ BERMEJO, Joaquín (1980), "La industria en al-Andalus", *Al-Qantara*, 1, pp. 209-242.
- VAN BLADEL (2009): VAN BLADEL, Kevin Thomas (2009), *The Arabic Hermes: From Pagan Sage to Prophet of Science*, New York, Oxford University Press.
- VAN CLEEMPOEL (2005): VAN CLEEMPOEL, Koenraad (2005), *Astrolabes at Greenwich: A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum*, Oxford, Oxford University Press.
- VAN CLEEMPOEL (2005b): VAN CLEEMPOEL, Koenraad (2005), "The problem of authenticity", en Koenraad van Cleempoel (coord.) *Astrolabes at Greenwich: A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum*, Oxford, Oxford University Press, pp. 91-98.
- VAN DE VYVER (1931): VAN DE VYVER, André (1931), "Les premiers traductions latines (Xe-XIe siècles) des traités arabes sur l'Astrolabe", en *Actes du 1er Congrès International de Géographie Historique. Tome II. Mémoires*. Bruxelles, pp. 266-290.
- VERA (1930): VERA, Francisco (1930), *El Tratado de Astrología del Marqués de Villena*, Madrid, Imprenta de Ramona Velasco viuda de P. Pérez.
- VERNET (1978): VERNET, Juan (1978), "La navegación en la Alta Edad Media", *La navigazione mediterranea nell'Alto Medioevo, Tomo I*, Spoleto, Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, pp. 323-388.
- VERNET (1979): VERNET, Juan, (1979) "Los conocimientos astronómicos de Ramon Llull" en J. Vernet (ed.) *Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval*, Barcelona, Universidad de Barcelona, pp. 309-323.

- VERNET (1985): VERNET, Juan (1985) “Alfonso X y la astronomía árabe”, en José Mondéjar y Jesús Montoya (eds.), *Estudios Alfonsíes. Lexicografía, lírica, estética y política de Alfonso el Sabio*, Granada, Universidad de Granada, pp. 17-31.
- VERNET (1986): VERNET, Juan (1986), *La ciencia en al-Andalus*, Sevilla, Editoriales Andaluzas Unidas.
- VERNET (1993): VERNET, Juan (1993), *El Islam en España*, Madrid, Ed. Mapfre.
- VERNET (1999): VERNET, Juan (1999), *Lo que Europa debe al Islam de España*, Barcelona, Ed. El Acantilado.
- VERNET (2001a): VERNET, Juan (2001), “Astrolabio de Ahmad ibn Husayn ibn Baso”, en Martin Almagro Gorbea (coord.) *Tesoros de la Real Academia de la Historia. Catálogo de la exposición celebrada en el Palacio Real de Madrid de Abril a Junio de 2001*, Madrid, Patrimonio Nacional, p. 249.
- VERNET (2001b): VERNET, Juan (2001), “Astrolabio de Ibrahim ibn Muhammad ibn al-Raqqam”, en Martin Almagro Gorbea (coord.) *Tesoros de la Real Academia de la Historia. Catálogo de la exposición celebrada en el Palacio Real de Madrid de Abril a Junio de 2001*, Madrid, Patrimonio Nacional, pp. 249-250.
- VERNET y CATALÁ (1979): VERNET, Juan y CATALÁ, M^a Asunción (1979), “Las obras matemáticas de Maslama de Madrid”, en J. Vernet (ed.) *Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval*, Barcelona, Universidad de Barcelona, pp. 241-271.
- VERNET y SAMSÓ (1985): VERNET, Juan y SAMSÓ, Julio (1985), *Instrumentos astronómicos en la España medieval y su influencia en Europa*. Catálogo de exposición en Santa Cruz de la Palma, junio-julio de 1985, Santa Cruz de la Palma, Ministerio de Cultura.
- VERNET y SAMSÓ (1992): VERNET, Juan y SAMSÓ, Julio (eds.) (1992), *El legado científico andalusí*. Catálogo de la exposición del Museo Arqueológico de Madrid de Abril-Junio 1992, Madrid, Ministerio de Cultura.
- VERNET y SAMSÓ (1994): VERNET, Juan y SAMSÓ, Julio (1994), “La ciencia”, en M^a Jesús Viguera Molins (coord.) *Los reinos de Taifas. Al-Andalus en el s. XI. Historia de España Menéndez Pidal. Tomo VIII-I*, Madrid, Espasa Calpe, pp. 565-584.
- VERNET y SAMSÓ (2000): VERNET, Juan y SAMSÓ, Julio (2000), “El saber científico y técnico (1086-1492)”, en M^a Jesús Viguera Molins (coord.) *El Reino Nazarí de Granada (1232-1492). Sociedad, vida y cultura. Historia de España Menéndez Pidal. Tomo VIII-IV*, Madrid, Espasa Calpe, pp. 289-322.
- VERNET y SAMSÓ (2004a): VERNET, Juan y SAMSÓ, Julio (2004) “El petit renaixement dels contats catalans de l'època carolingia”, en Juan Vernet, Julio Samsó *et al.* (eds.), *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, pp. 31-43.
- VERNET y SAMSÓ (2004b): VERNET, Juan y SAMSÓ, Julio (2004), “La ciencia i la tècnica als Països Catalans durante la baixa edat mitjana”, en Juan Vernet, Julio Samsó *et al.* (eds.), *La ciència en la Història dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, pp. 251-267.
- VIDAL (2004): VIDAL CASTRO, Francisco (2004), “Terminología castral árabe de época nazarí en la frontera de Jaén y Granada” en Francisco Toro Ceballos y José Rodríguez Molina (cords.), *V Estudios de Frontera: Funciones de la Red Castral Fronteriza*, Jaén, Diputación Provincial de Jaén, pp. 785-794.
- VILADRICH (1985): VILADRICH, Mercé (1985), “El astrolabio”, en Juan Vernet y Julio Samsó (eds.), *Instrumentos astronómicos en la España medieval y su influencia en Europa*, Catálogo de exposición en Santa Cruz de la Palma junio-julio de 1985, Madrid, Ministerio de Cultura, pp. 25-30.

- VILADRICH (1986): VILADRICH, Mercè (1986), *El Kitāb al-‘Amal bi-l-aṣṭurlāb (Llibre de l’ús de l’Astrolabi) d’Ibn al-Samḥ*, Barcelona, Institut d’Estudis Catalans (Memòries de la Secció històrico-arqueològica, XXXVI).
- VILADRICH (1987): VILADRICH, Mercè (1987), “Una nueva evidencia de materiales árabes en la astronomía alfonsí”, en Mercé Comes, Roser Puig y Julio Samsó (eds.), *De Astronomia Alphonsi Regis. Actas del Simposio sobre Astronomía Alfonsí celebrado en Berkeley, Agosto 1985*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Hª de la Ciencia y Universidad de Barcelona, pp. 105-116.
- VILADRICH (1990): VILADRICH, Mercè (1986), “Dos capítulos de un tratado de astrolabio en un pergamino del Monasterio de Santa María de Pedralbes”, en Mercé Comes, Honorino Mielgo *et al* (eds.), *Ochava Espera y Astrofísica. Textos y estudios sobre las fuentes árabes de la astronomía de Alfonso X*, Barcelona, Ed. Universidad de Barcelona, 1990, pp. 239-246.
- VILADRICH (1992): VILADRICH, Mercè (1992) “Astrolabios andalusíes” en Juan Vernet y Julio Samsó (eds.), *El legado científico andalusí*. Catálogo de la exposición del Museo Arqueológico de Madrid de Abril-Junio 1992, Madrid, Ministerio de Cultura, 1992, pp. 53-65.
- VILADRICH (1996): VILADRICH, Mercé (1996), “The Mumtahan tradition in al-Andalus. Analysis of data from the Calendar of Cordova related to the entrance of the sun in the zodiacal signs” en Joseph Casulleras y Julio Samsó (eds), *From Baghdad to Barcelona. Studies in the Islamic Exact Sciences in honour of Prof. Juan Vernet, Vol. I*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa de Historia de la
- VILADRICH, y MARTÍ (1981): VILADRICH, Mercé y MARTÍ, Ramón (1981), “En torno a los tratados hispánicos sobre construcción de astrolabios hasta el s. XIII”, en Juan Vernet (ed) *Textos y estudios sobre astronomía española en el s. XIII*, Barcelona, Institución Milá y Fontanals del CSIC, pp. 79-99.
- VILLA (2017): VILLA PRIETO, Josué (2017), “La enseñanza en la universidad medieval. Centros, métodos, lecturas”, *Tiempo y Sociedad*, 26, pp. 59-131.
- WARD-F (1981), WARD, Francis A.B. (1981), *A Catalogue of European Scientific Instruments in the Department of Medieval and Later Antiquities of the British Museum*, London, British Museum Publications.
- WARD-R (1993): WARD, Rachel (1993), *Islamic metalwork*, Londres, British Museum Press.
- WEBSTER (1998): WEBSTER, Roderick and Marjorie (1998), *Western Astrolabes. Historic Scientific Instruments of the Adler Planetarium & Astronomy Museum. Vol I*, Chicago, Adler Planetarium & Astronomy Museum.
- WHITE (1975): WHITE, Lynn (1975), “Medical Astrologers and Late Medieval Technology”, *Viator*, 6, pp. 295-314.
- WHITROW (1990): WHITROW, Gerald J. (1990), *El tiempo en la historia: la evolución del sentido del tiempo y de la perspectiva temporal*, Barcelona, Ed. Crítica.
- WOEPCKE (1858): WOEPCKE, Franz (1991) “Über ein in der Koniglichen Bibliothek zu Berlin befindliches arabisches Astrolabium”, en Fuat Sezgin, *Arabische Instrumente in Orientalistischen Studien. Vol II*, Franckfurt, Institut für Geschichte der Arabisch-islamischen Wissenschaften, 1991, pp. 1-36. [reimpresión del artículo publicado originalmente en 1858 en el boletín de la Academia de las Ciencias de Berlín)
- WOEPCKE (1864): WOEPCKE, Franz (1991) “Über ein in der Kaiserlichen Bbibliothek zu Paris befindliches arabisches Astrolabium”, en Fuat Sezgin, *Arabische Instrumente in Orientalistischen Studien. Vol II*, Franckfurt, Institut für Geschichte der Arabisch-islamischen Wissenschaften, 1991, pp. 37-42 [reimpresión del artículo publicado en el Boletín de la Academia Imperial de San Petesburgo en 1864].
- YZQUIERDO (1998a): YZQUIERDO, P. “Astrolabio Llatí de Barcelona”, *L’Islam i Catalunya*. Catálogo de exposición, Barcelona, Museo de Historia de Cataluña, 1998, p. 59.

ZINNER (1956): ZINNER, Ernst (1956), *Deutsche und niederländische astronomische Instrumente des 11 – 18 Jahrhunderts*, München, C.H. Beck.

ZUCCATO (2014): ZUCCATO, Marco (2014) “Arabic Singing Girls, the Pope and the Astrolabe: Arabic Science in Tenth Century Latin Europe”, *Viator*, 45-1, pp. 99-120.

Catálogos online

Adler Planetarium “Ficha del astrolabio nº inv. M-35” [Permalink] (última consulta: 16/01/2017).

Adler Planetarium “Ficha del astrolabio nº inv. M-36” [Permalink] (última consulta: 16/01/2017).

Aga Khan Museum “Planispheric astrolabe accession number AKM611 ”
<https://www.agakhanmuseum.org/collection/artifact/planispheric-astrolabe> (última consulta 16/01/2017).

British Museum “Astrolabe . Registration number OA+371” (última consulta: 16/01/2017).

British Museum. “Astrolabe. Registration number 1961,1201.1” (última consulta 16/01/2017).

British Museum. Astrolabe. Registration number 1893,6-16.3.
http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=54859&partId=1&searchText=astrolabe&images=true&from=ad&fromDate=1000&to=ad&toDate=1500&page=1 (última consulta el día 16/01/2017).

EPACT (European Project Electronic catalogue of medieval and renaissance scientific instruments from four European museums), Astrolabe 50. (última consulta 16/01/2017).

EPACT (European Project: Electronic Catalogue of Medieval and Renaissance Scientific Instruments from four European Museums), Astrolabe 64.
<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=31206> (última consulta 16/01/2017).

EPACT (European Project: Electronic Catalogue of Medieval and Renaissance Scientific Instruments from four European Museums), Astrolabe 60.
<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=28895> (última consulta 16/01/2017).

EPACT (European Project: Electronic Catalogue of Medieval and Renaissance Scientific Instruments from four European Museums), Astrolabe 90.
<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=98589&Level=Detail> (última consulta 16/01/2017).

EPACT (European Project Electronic catalogue of medieval and renaissance scientific instruments from four European museums), Astrolabe 37.
<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?Sort=Place&ENumber=60286> (última consulta 16/01/2017)

EPACT (European Project: Electronic Catalogue of Medieval and Renaissance Scientific Instruments from four European Museums), Astrolabe 43.
<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact/catalogue.php?ENumber=63355&Level=Detail> (última consulta 16/01/2017).

Galileo. Images of the Universe from the Antiquity to the Telescope:
<http://brunelleschi.imss.fi.it/galileopalazzostrozzi/object/IbrahimIbnSaidArabAstrolabe.html>
(última consulta 16/01/2017).

Gallica (catálogo digital de la Biblioteca Nacional Francesa):
<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b9067894z/f21.image> y cuatro siguientes (última consulta 16/01/2017).

Museo Arqueológico de Granada, “Ficha del astrolabio de ibn Zāwal, Nº inventario CE 12115”.
http://www.museosdeandalucia.es/cultura/museos/MAEGR/index.jsp?redirect=S2_3_1_1.jsp&idpieza=857&pagina=2 (última consulta: 16/01/2017).

- Museo Arqueológico Nacional (Ceres)*, “Ficha del astrolabio de Ibrahim ibn Said al-Sahli, N° inventario 50762”.
<http://ceres.mcu.es/pages/ResultSearch?Museo=MAN&txtSimpleSearch=Ibrahim%20ibn%20Said%20al-Sahli&simpleSearch=0&hipertextSearch=1&search=simple&MuseumsSearch=MAN|&MuseumsRolSearch=9&> (última consulta: 16/01/2017).
- Museum of Fine Arts Boston*. Astrolabe. Accession number 88654.
<http://www.mfa.org/collections/object/planispheric-astrolabe-61726>. (última consulta 16/01/2017)
- Museum of the History of Science* “Ficha del astrolabio de Ibrāhīm ibn Sa’id al-Sahlī. N° inventario 55331” http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=154.html (última consulta 16/01/2017).
- Museum of the History of Science* “Ficha del astrolabio de Muḥammad ibn Sa’id al-Ṣabbān. N° inventario 52473”
http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=150.html (última consulta 16/01/2017).
- Museum of the History of Science* “Ficha del astrolabio de Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā’irī. N° inventario 44141”
http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=255.html (última consulta 16/01/2017).
- Museum of the History of Science* “Ficha del astrolabio de Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā’irī. N° inventario 44141”
http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=255.html (última consulta 16/01/2017).
- Museum of the History of Science* “Ficha del astrolabio n° de inventario 43504”.
http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=231.html (Última consulta 16/01/2017).
- Museum of the History of Science Oxford*. Astrolabe Registration number 49033.
http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=179.html. (Última consulta el día 16/01/2017).
- Museum of the History of Science* “Ficha del astrolabio n° de inventario 37878”.
http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=159.html (última consulta 16/01/2017).
- Museum of the History of Science* “Ficha del astrolabio n° de inventario 47615”.
http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=253.html (última consulta 16/01/2017).
- Museum of the History of Science in Oxford* “Ficha del astrolabio n° de inventario 45307”.
http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/browseReport/Astrolabe_ID=224.html (última consulta 16/01/2017).
- Museum with No Frontiers. Discover Islamic Art:*
http://www.discoverislamicart.org/database_item.php?id=object;ISL;ma;Mus01_C;13;es (última consulta 16/01/2017).
- National Maritime Museum Greenwich*. Astrolabe AST 0558.
<http://collections.rmg.co.uk/collections/objects/10720.html> (última consulta 16/01/2017).
- National Maritime Museum Greenwich*. Astrolabe AST 0570.
<http://collections.rmg.co.uk/collections/objects/10732.html> (última consulta 16/01/2017).
- National Maritime Museum Greenwich*. Astrolabe AST 0552.
<http://collections.rmg.co.uk/collections/objects/10714.html> (última consulta 16/01/2017).

National Museums Scotland “Ficha del astrolabio de Muḥammad ibn al-Ṣaffār. N° inv.T.1959.62. http://www.nms.ac.uk/explore/collection-search-results/?item_id=216943 (última consulta 16/01/2017).

Qantara. Patrimoine Méditerranéen: http://www.qantara-med.org/qantara4/public/show_document.php?do_id=639 (última consulta 16/01/2017).

Statens Sjöhistoriska Museum, “Ficha del astrolabio de Ahmad ibn Alī al-Šaraḩī. N° de catálogo S-1565” http://digitaltmuseum.se/011024829241?owner_filter=S-SMM-SM&query=astro*&pos=0 (última consulta 16/01/2017).

Otros sitios web con información contrastada sobre astrolabios:

www.astrolabes.org: sitio web vinculado al libro *The Astrolabe* de James E. Morrison (incluido en la bibliografía), destinado a difundir el conocimiento sobre ese instrumento y a enseñar cómo se puede construir uno.

PÁGINA DELIBERADAMENTE EN BLANCO

ANEXO 1: TABLA DE NOMBRES DE ESTRELLAS EN LOS ASTROLABIOS MEDIEVALES ESPAÑOLES: ANDALUSÍES Y DE LOS REINOS CRISTIANOS

0.- INTRODUCCIÓN

En esta tabla se recogen las inscripciones de los nombres de las estrellas tal como figuran en las *arañas* de los astrolabios incluidos en el catálogo, con el objetivo de facilitar su estudio comparativo. El significado de cada una de las columnas de la tabla es el siguiente:

- **Constelación:** nombre actual en español de la constelación a la que pertenece la estrella cuyo nombre está inscrito en la *araña* del astrolabio.
- **Nombre actual de la estrella e identificativo:** nombre actual con el que se conoce la estrella seguido del identificador que le otorgó el astrónomo alemán Johannes Bayer en 1603 y que se sigue utilizando en la actualidad.
- **Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre:** nombre de la estrella según los estudios basados en textos de astronomía islámica medievales realizados por Paul Kunitzsch en la segunda mitad del siglo XX.⁴³⁷ Se indica específicamente el nombre que aparece en la tabla de estrellas del gran matemático y astrónomo del califato omeya Maslama al-Maʿrīfī mediante marcado en **negrilla**.⁴³⁸
- **AL-ANDALUS. Nombre en árabe rotulado en el puntero del astrolabio:** transcripción en árabe del nombre rotulado en el puntero de la *araña*, seguido de su transliteración y traducción al español.
- **AL-ANDALUS. Astrolabio (nº en este catálogo / ICN):** identificación del astrolabio con la letra A indicativa de “andalusí” y el nº de orden que ocupa en el catálogo, seguido de su identificación internacional ICN (International Checklist Number). Aparecen en *cursiva* los astrolabios que, no siendo andalusíes sino de los reinos cristianos, tienen alguno de sus punteros rotulados en árabe.
- **REINOS CRISTIANOS HISPANOS. Nombre en latín o en romance rotulado en el puntero del astrolabio:** se indican las diferencias entre mayúsculas y minúsculas
- **REINOS CRISTIANOS HISPANOS. Astrolabio (nº en este catálogo / ICN):** identificación del astrolabio con la letra C indicativa de “cristiano” y el nº de orden que ocupa en el catálogo, seguido de su identificación internacional ICN (International Checklist Number). Aparecen en *cursiva* los astrolabios que, no siendo de los reinos cristianos sino andalusíes, tienen alguno de sus punteros rotulados en latín.

⁴³⁷ KUNITZSCH (1959) y KUNITZSCH (1989).

⁴³⁸ VERNET y CATALÁ (1979), p. 271. Maslama tituló su tabla de 21 estrellas “Tabla de los lugares de las estrellas fijas según las observaciones de Maslama ibn Aḥmad realizadas a fines del año 367 según el método de al-Battānī. Son las estrellas que se colocan en el astrolabio” [BNF, Ms árabe 4821, f. 81v]; COMES (1994), p. 106 La tabla de estrellas para el astrolabio más antigua que nos ha llegado realizada en al-Andalus es la que elaboró Qāsim ibn Muṭarrif al-Qaṭṭān en Córdoba el año 300H/912-913 [conservada en el Ms. Istambul Carulla 1279, ff. 317r-317v]. Se trata de una lista de 16 estrellas que están todas incluidas en la lista de 21 estrellas de Maslama que realizó 94 años después.

- Al final de la tabla se ha añadido una fila especial: **IDENTIFICACIÓN DE CONSTELACIONES MEDIEVALES QUE SE MODIFICARON EN ÉPOCAS POSTERIORES**: aquí se recoge el nombre de estrellas asociadas a constelaciones que se modificaron en la Edad Moderna y cuya asociación a nombres de estrellas actuales no resulta evidente. Son casos puntuales.

TABLA DE ESTRELLAS EN LOS ASTROLABIOS MEDIEVALES ESPAÑOLES: ANDALUSÍES Y DE LOS REINOS CRISTIANOS

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
Águila	Altair (α Aql)	النسر الطائر <i>al-nasr al-ṭā'ir</i> El águila que vuela	الطائر <i>al-ṭā'ir</i> (la que vuela)	A3 / ICN #3650 A4 / ICN #116 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A8 / ICN #1167 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A23 / ICN #3551 A26 / ICN #4184 A27 / ICN #132 A28 / ICN #144 A29 / ICN #1203 A31 / ICN #136 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217 <i>C12 / ICN #4560</i>	ALTAhIR	C2 / ICN #166 C5 / ICN #420
				ALTAIR	C3 / ICN #300 C7 / ICN #428 C12 / ICN #4560	
				ALTAYR	C8 / ICN #416	
				ALCAIR	C15 / ICN #2041	
				ATAYR	C13 / ICN # 3053	
				Aquila volans	C6 / ICN #191	
				VVLT VOLAS	C5 / ICN #420	
				UOLANT	C10 / ICN #162	
				Annazar attair	<i>A1 / ICN #4024</i>	
			النسر الطائر <i>al-nasr al-tā'ir</i> (el águila que vuela)	A16 / ICN #2701 A22 / ICN #153 A32 / ICN #1161	Alnazaratair	<i>A1 / ICN #4024</i>
طائر <i>tā'ir</i> (que vuela)	A24 / ICN #154 A30 / ICN #1100	TAIR	<i>A5 / ICN #3622</i>			
Andrómeda		سرة الفرس <i>surrat al-faras</i>			ALFERAT	C2 / ICN #166 C15 / ICN #2041

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
	Alpheratz (α And) ⁴³⁹	El ombligo del caballo			Alfaraz	A1 / ICN #4024
					Alforaz	A1 / ICN #4024
	Mirach (β And)	المُنْزَر <i>al-mi'žar</i> El cingulo (o la faja)			MIRACH	C11 / ICN #2043
					MIRAD	C13 / ICN # 3053
					MIRAT	C15 / ICN #2041
Auriga	Capella (α Aur)	العَبُوق <i>al-'ayyūq</i> La cabrilla	العَبُوق <i>al-'ayyūq</i> (la cabrilla)	A2 / ICN #110	ALHAIOC	C3 / ICN #300
				A6 / ICN #117		C7 / ICN #428
				A7 / ICN #118	ALIOCh	C8 / ICN #416
				A12 / ICN #121	ALhAIOT	C2 / ICN #166
				A16 / ICN #2701	ALCHAIOTH	C11 / ICN #2043
				A18 / ICN #129	IOC	C5 / ICN #420
				A19 / ICN #130	YOUD	C13 / ICN # 3053
				A21 / ICN # 1148	ALBAT	C15 / ICN #2041
			عَبُوق <i>'ayyūq</i> (cabrilla)	A22 / ICN #153	albatoc	A1 / ICN #4024
				A23 / ICN #3551		
				A26 / ICN #4184	Alaihoch	A1 / ICN #4024
				A28 / ICN #144		
				A29 / ICN #1203		
				A30 / ICN #1100		
				A31 / ICN #136		
				A3 / ICN #3650		
				A9 / ICN #1139		
				A11 / ICN #2527		
				A24 / ICN #154		
				A27 / ICN #132		
				A32 / ICN #1161		
				A33 / ICN #3552		

⁴³⁹ COMES (1994). p. 100 En la esta tabla de estrellas de Qāsim ibn Muṭarrif al-Qaṭṭān hecha en Córdoba el año 300H/912-913, se inicia el error que luego mantendrán Maslama, Azarquiel y otros de confundir la estrella β Casiopea con γ Pegaso (de posición muy próxima a α Andrómeda) y aplicarle sus coordenadas.

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
				A34 / ICN #4217	AL AIOh	A5 / ICN #3622
Boyero	Arturo (α Boo)	السماك الرامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> El excelso lancero	السماك الرامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	A4 / ICN #116	ALRAMECH	C13 / ICN # 3053
				A6 / ICN #117		
				A8 / ICN #1167	ALRAMECh	C2 / ICN #166
				A16 / ICN #2701		
			الرامح <i>al-rāmiḥ</i> (el lancero)	A18 / ICN #129	ALRAMEC	C7 / ICN #428
				A19 / ICN #130		C8 / ICN #416
				A21 / ICN # 1148		
				A22 / ICN #153	ELRAMECh	C10 / ICN #162
				A23 / ICN #3551		
					ARAMEC	C15 / ICN #2041
				A2 / ICN #110		
				A3/ ICN #3650	RAMEC	C5 / ICN #420
				A5 / ICN #3622		
				A7 / ICN #118	ACHIMETH	C11 / ICN #2043
				A9 / ICN #1139		
				A10 / ICN #1099		
				A11 / ICN #2527		
				A12 / ICN #121	Arctur	C6 / ICN #191
				A26 / ICN #4184		
				A27 / ICN #132		
				A28 / ICN #144		
				A29 / ICN #1203	Alramech	A1 / ICN #4024
				A30 / ICN #1100		
				A31 / ICN #136		
				A32 / ICN #1161		
				A33 / ICN #3552	arramih	A1 / ICN #4024
				A34 / ICN #4217		

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
			رامح <i>rāmiḥ</i> (lancero)	A24 / ICN #154		
Can Mayor	Sirio (α CMa)	العُيُور <i>al-‘abūr</i> El tránsito الشعري العُيُور <i>al-ši’rà al-‘abūr</i> ⁴⁴⁰ El líder el tránsito الشعري اليمانية <i>al-ši’rā al-yamāniya</i> El líder el guía	العُيُور <i>al-‘abūr</i> (el tránsito)	A2 / ICN #110 A8 / ICN #1167 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A23 / ICN #3551 A24 / ICN #154 A26 / ICN #4184 A27 / ICN #132 A28 / ICN #144 A29 / ICN #1203 A31 / ICN #136 A32 / ICN #1161 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217 <i>C12 / ICN #4560</i>	ALHABOR	C3 / ICN #300 C7 / ICN #428 C13 / ICN # 3053
					ALhAbOR	C5 / ICN #420
					ALABOR	C8 / ICN #416 C10 / ICN #162 C11 / ICN #2043 C12 / ICN #4560
					AL ABOR	<i>A5 / ICN #3622</i>
					Alhabor	<i>A1 / ICN #4024</i>
					Canis ¿Tierracus?	C6 / ICN #191
	عُيُور <i>‘abūr</i> (tránsito)	A30 / ICN #1100				

⁴⁴⁰ Nombre asignado a la estrella Sirio en la más antigua tabla de estrellas documentada en al-Andalus, la de Qāsim ibn Muṭarrif al-Qaṭṭān, del año 300H/912-913, conservada en el Ms. Istambul Carulla 1279, ff. 317r-317v (ver COMES (1994), p. 106)

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
			الشعرى العبور <i>al-ši'rà al-'abūr</i> (el líder el tránsito)	A4 / ICN #116 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A22/ ICN #153		
			اليمانية <i>al-yamāniya</i> (el guía)	A3/ ICN #3650		
Can Menor	Procyon (α CMi)	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> El de los ojos llorosos الشعرا الغميصا <i>al-ši'rà al-gumayṣā</i> ⁴⁴¹ El líder de los ojos llorosos	الغميصا <i>al-gumayṣā</i> (el de los ojos llorosos)	A2 / ICN #110 A3/ ICN #3650 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A8 / ICN #1167 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A23 / ICN #3551 A26 / ICN #4184 A27 / ICN #132 A28 / ICN #144 A29 / ICN #1203 A31 / ICN #136 A32 / ICN #1161	ALGOME	C13 / ICN # 3053
				ALGOMEIZA	C7 / ICN #428 C11 / ICN #2043 C15 / ICN #2041	
				ALGOMAYZA	C8 / ICN #416	
				ALGOMESSA	C5 / ICN #420	
				ALGOMIC	C10 / ICN #162	
				ALGOZE	C2 / ICN #166	

⁴⁴¹ Nombre asignado a la estrella Procyon en la más antigua tabla de estrellas documentada en al-Andalus, la de Qāsim ibn Muṭarrif al-Qaṭṭān, del año 300H/912-913, conservada en el Ms. Istambul Carulla 1279, ff. 317r-317v (ver COMES (1994), p. 106)

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
				<i>C12 / ICN #4560</i>	9OMIZA	C12 / ICN #4560
			غميصا <i>gumayṣā</i> (de los ojos llorosos)	A24 / ICN #154 A30 / ICN #1100 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217	Canis ploreias Algomaiza	C6 / ICN #191 <i>A1 / ICN #4024</i>
			الشعرا الغميصا <i>al-ši'rà al-gumayṣā</i> (el líder de los ojos llorosos)	A4 / ICN #116 A5 / ICN #3622 A22/ ICN #153	Algumeiza	<i>A1 / ICN #4024</i>
					AL GOMIRA	<i>A5 / ICN #3622</i>
Cáncer	Acubens (α Cnc)	زبانة السرطان <i>zubāna al-saraṭān</i> La pinza del cangrejo	زبانة السرطان <i>zubāna al-saraṭān</i> (la pinza del cangrejo)	A8 / ICN #1167 A16 / ICN #2701 A21 / ICN # 1148 A26 / ICN #4184 A32 / ICN #1161		
			الزبانة <i>al-zubāna</i> (la pinza)	A28 / ICN #144 A31 / ICN #136		
			زبانة <i>zubāna</i> (pinza)	A27 / ICN #132 A30 / ICN #1100 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217		
			شفة السرطان <i>šafat al-saraṭān</i> (el labio del cangrejo)	A22/ ICN #153		
	ζ Cnc	وسط السرطان <i>wasat al-saraṭān</i> El centro del cangrejo	وسط السرطان <i>wasat al-saraṭān</i> (el centro del cangrejo)	A30 / ICN #1100		
Capricornio	Deneb Algedi (δ Cap)	ذنب الجدي <i>ḡanab al- ŷadī</i>	ذنب الجدي <i>ḡanab al- ŷadī</i> (la cola de la cabra)	A2 / ICN #110 A3/ ICN #3650	DENEBAL	C11 / ICN #2043

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
		La cola de la cabra		A4 / ICN #116 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A8 / ICN #1167 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A23 / ICN #3551 A24 / ICN #154 A26 / ICN #4184 A29 / ICN #1203 A30 / ICN #1100 A31 / ICN #136 A32 / ICN #1161 A33 / ICN #3552	ALGEDI	C3 / ICN #300
					DENELAGEDI	C15 / ICN #2041
					LIBEDENEB	C7 / ICN #428 C8 / ICN #416
					LibIdENEP	C5 / ICN #420
					Cauda cap	C6 / ICN #191
					CAUDA CAPRICORN9	C10 / ICN #162
					9AUD 9OARI	C12 / ICN #4560
			جدي ýadī (cabra)	A28 / ICN #144 A34 / ICN #4217 C12 / ICN #4560	denebaliēdi	A1 / ICN #4024
					DENEB GEDI	A5 / ICN #3622
					Cauda algedi	A1 / ICN #4024
	Nashira (γ Cap)	سعد ناشرة sa'id nāšira Portadora de buenas noticias	سعد ناشرة sa'id nāšira (portadora de buenas noticias)	A16 / ICN #2701 A21 / ICN # 1148 A22/ ICN #153 A27 / ICN #132		
	Schedar (α Cas)				SCEDER	C11 / ICN #2043
Casiopea		الكف الخضيب al-kaff al-jaḏīb La palma de la mano teñida	الكف الخضيب al-kaff al-jaḏīb (la palma de la mano teñida)	A2 / ICN #110 A6 / ICN #117	Corona	C6 / ICN #191

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
	Caph (β Cas) ⁴⁴²		كف الخضيب <i>kaff al-jaḍīb</i> (palma de la mano teñida)	A3/ ICN #3650		
			الكف <i>al-kaff</i> (la palma de la mano)	A4 / ICN #116	HVMER9 EQ	C7 / ICN #428
			الخضيب <i>al-jaḍīb</i> (la teñida)	A7 / ICN #118 A10 / ICN #1099 A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22/ ICN #153 A31 / ICN #136 A32 / ICN #1161		
			خضيب <i>jaḍīb</i> (teñida)	A9 / ICN #1139 A11 / ICN #2527 A23 / ICN #3551 A24 / ICN #154 A26 / ICN #4184 A33 / ICN #3552		
Cetus (Ballena)	Menkar (α Cet)	الجدما <i>al-ḡidmā</i> Parte de la mano	الجدما <i>al-ḡidmā</i> (parte de la mano)	A27 / ICN #132 A30 / ICN #1100	MENCAR	C15 / ICN #2041
			الكف الجدما <i>al-kaff al-ḡidmā</i> (la palma de la parte de la mano)	A33 / ICN #3552		
	Deneb Kaitos (β Cet)	ذنب قيطوس <i>ḡanab qayṭūs</i> Cola de ballena	ذنب قيطوس <i>ḡanab qayṭūs</i> (cola de ballena)	A2 / ICN #110 A3/ ICN #3650 A4 / ICN #116	DENEBCAYTO	C13 / ICN # 3053
					DENEB	C3 / ICN #300 C11 / ICN #2043

⁴⁴² COMES (1994). p. 100 En la esta tabla de estrellas de Qāsim ibn Muṭarrif al-Qaṭṭān hecha en Córdoba el año 300H/912-913, se inicia el error que luego mantendrán Maslama, Azarquiel y otros de confundir la estrella β Casiopea con γ Pegaso (de posición muy próxima a α Andrómeda) y aplicarle sus coordenadas

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS					
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)				
Cetus (Ballena)				A5 / ICN #3622 A6 / ICN #117 A7 / ICN#118 A8 / ICN #1167 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A23 / ICN #3551 A24 / ICN #154 A26 / ICN #4184 A29 / ICN #1203 A30 / ICN #1100 A32 / ICN #1161 A33 / ICN #3552	DENEP	C5 / ICN #420				
					CAVDA CETI	C15 / ICN #2041				
					Cauda ceti	C6 / ICN #191				
					CAUDA CAYTOS	C10 / ICN #162				
					DNP 9AITOS	C12 / ICN #4560				
					DENEBCAITOZ	C7 / ICN #428				
					BÑB CATO ITOX	C2 / ICN #166				
					deneb caitoz	A1 / ICN #4024				
					Cauda caitoz	A1 / ICN #4024				
					ذنب ḍanab (cola)	A27 / ICN #132 A34 / ICN #4217				
					الذنب al-ḍanab (la cola)	A28 / ICN #144				
					Baten Kaitos (ζ Ceti)	بطن القيطوس baṭn qayṭūs El vientre de la ballena	بطن قيطس baṭn qayṭūs (vientre de ballena)	A2 / ICN #110 A4 / ICN #116 A5 / ICN #3622 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A8 / ICN #1167 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099	PATANCAITTOZ	C7 / ICN #428
									PATANQAITTOZ	C3 / ICN #300
	BATENTAYTOC	C8 / ICN #416								

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
Cetus (Ballena)				A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A23 / ICN #3551 A24 / ICN #154 A26 / ICN #4184 A27 / ICN #132 A28 / ICN #144 A29 / ICN #1203 A30 / ICN #1100 A31 / ICN #136 A32 / ICN #1161 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217	VENTERCETI	C15 / ICN #2041
					PANTA 9AITOS	C12 / ICN #4560
					PANTACAYTAC	C13 / ICN #3053
					Venter ceti	C6 / ICN #191
					VENTER CECI	C11 / ICN #2043
					CAYTOS	C10 / ICN #162
					PANCAN TOX	C2 / ICN #166
			متن قيطوس <i>matn qayṭūs</i> (lomo de ballena)	A31 / ICN #136	Venter caitoz	A1 / ICN #4024
	Deneb Algenubi (η Cet)		بطن <i>baṭn</i> (vientre)	C12 / ICN #4560	Patancaitoz	A1 / ICN #4024
					ALGENIB	C11 / ICN #2043
Cisne	Deneb (α Cyg)	الردف <i>al-ridf</i> La rabadilla	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	A2 / ICN #110 A5 / ICN #3622 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118	GALLINA	C5 / ICN #420 C8 / ICN #416

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
		ذنب الدجاجة danab al-dayāya La cola de la gallina		A10 / ICN #1099 A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A23 / ICN #3551 A26 / ICN #4184 A28 / ICN #144 A29 / ICN #1203 A30 / ICN #1100 A31 / ICN #136 A34 / ICN #4217	ALRIF	C7 / ICN #428
					ALREDAF	C10 / ICN #162
					RADF	C12 / ICN #4560
			ردف ridf (rabadilla)	A3/ ICN #3650 A9 / ICN #1139 A11 / ICN #2527 A24 / ICN #154 A27 / ICN #132 A32 / ICN #1161 A33 / ICN #3552 C12 / ICN #4560	arrif	A1 / ICN #4024
Alpf	A1 / ICN #4024					
Corona Boreal	Alphecca (α CrB)	منير الفكة munīr al-fakka La brillante del anillo roto	الفكة al-fakka (el anillo roto)	A2 / ICN #110 A8 / ICN #1167 A3/ ICN #3650 A5 / ICN #3622 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A10 / ICN #1099	ELFETA	C15 / ICN#2041
				ALFECA	C5 / ICN #420	

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
				A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A23 / ICN #3551 A26 / ICN #4184 A28 / ICN #144 A30 / ICN #1100 A31 / ICN #136 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217	ELFECA	C2 / ICN #166 C3 / ICN #300 C7 / ICN #428
					ELFICA	C11 / ICN #2043
					FE9A	C12 / ICN #4560
					ALPHAC	C13 / ICN #3053
			فكة <i>fakka</i> (anillo roto)	A9 / ICN #1139 A11 / ICN #2527 A24 / ICN #154 A27 / ICN #132 A32 / ICN #1161 C12 / ICN #4560	CORONA	C8 / ICN #416
					Alfeka	A1 / ICN #4024
			منير الفكة <i>munīr al-fakka</i> (la brillante del anillo roto)	A29 / ICN #1203	Munir el feca	A1 / ICN #4024
Cráter	Alkes (α Crt)	فم الكاس <i>fam al-kās</i> La boca de la copa	فم الكاس <i>fam al-kās</i> (la boca de la copa)	A8 / ICN #1167 A16 / ICN #2701 A21 / ICN # 1148 A26 / ICN #4184 A31 / ICN #136 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217		

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
Cuervo	Gienah Corvi (γ Crv)	الغراب al-gurāb El cuervo جناح الغراب اليمين yanāḥ al-gurāb al-yaman El ala derecha del cuervo	الغراب al-gurāb (el cuervo)	A28 / ICN #144 A30 / ICN #1100	ALGORAB	C11 / ICN #2043 C13 / ICN #3053 C15 / ICN #2041
			جناح الغراب yanāḥ al-gurāb (el ala del cuervo)	A2 / ICN #110 A4 / ICN #116 A5 / ICN #3622 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A9 / ICN #1139 A12 / ICN #121 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A23 / ICN #3551 A24 / ICN #154 A27 / ICN #132 A29 / ICN #1203 A32 / ICN #1161		ALGURAB
					ALGVRAb	C5 / ICN #420
					CORUUS	C13 / ICN #3053
					CORVVS	C11 / ICN #2043
					CORB9	C10 / ICN #162
					9ORUUS	C12 / ICN #4560
					ALGLARI	C7 / ICN #428
			غراب gurāb	C12 / ICN #4560	ALGURALI	C3 / ICN #300
					ALGARAC	C2 / ICN #166
			جناح yanāḥ (ala)	A11 / ICN #2527	Ala corvi	C6 / ICN #191
					Corviala	A1 / ICN #4024
					Gana al gurab	A1 / ICN #4024
Delfín	Deneb Dulfín (ε Del)	ذنب الدلفين ḡanab al-dulfīn La cola del delfín	الدلفين al-dulfīn (el delfín)	A4 / ICN #116 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527	DELFIN	C2 / ICN #166 C3 / ICN #300 C7 / ICN #428 C11 / ICN #2043 C13 / ICN #3053 C15 / ICN #2041

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
				A12 / ICN #121 A23 / ICN #3551 A29 / ICN #1203	Delphinus	C6 / ICN #191
					delfin	A1 / ICN #4024
			دلفين <i>dulfin</i> (delfín)	A24 / ICN #154 A27 / ICN #132	REDAF	A5 / ICN #3622
Erídano	Achernar (α Eri)	اخر النهر <i>ājir al-nahr</i> El final del río	النهر <i>al-nahr</i> (el río)	A33 / ICN #3552	ALGETENAR	C13 / ICN #3053
			ميسوط النهر <i>absūt al-nahr</i> (la extensión del río)	A28 / ICN #144		
Escorpio	Antares (α Sco)	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> El corazón del escorpión	قلب العقرب <i>qalb al-‘aqrab</i> (el corazón del escorpión)	A2 / ICN #110	COR SCORPIO	C15 / ICN #2041
				A3 / ICN #3650		
				A4 / ICN #116	COR SCORPIUS	C10 / ICN #162
				A6 / ICN #117		
				A7 / ICN #118	COR SCORPIOIS	C11 / ICN #2043
				A8 / ICN #1167		
				A9 / ICN #1139	Cor scorpionis	C6 / ICN #191
				A10 / ICN #1099		
				A11 / ICN #2527	CO SCORPIONIS	C5 / ICN #420
				A12 / ICN #121		
				A16 / ICN #2701		
				A18 / ICN #129	COR SCOR	C16 / ICN buscar
				A19 / ICN #130		
				A21 / ICN #1148		
				A22 / ICN #153		
				A23 / ICN #3551	9OR S9ORPI	C12 / ICN #4560
				A24 / ICN #154		
				A26 / ICN #4184	CALBALA	C3 / ICN #300
				A29 / ICN #1203		
				A30 / ICN #1100		
				A31 / ICN #136		
				A32 / ICN #1161	CALBALAGRA	C7 / ICN #428
				A33 / ICN #3552		

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
					COR SCORPI	A5 / ICN #3622
			العقرب <i>al-‘aqrab</i> (el escorpión)	A34 / ICN #4217	Kalbalagrabab	A1 / ICN #4024
			القلب <i>al-qalb</i> (el corazón)	A27 / ICN #132 A28 / ICN #144		
			قلب <i>qalb</i> (corazón)	C12 / ICN #4560	Calbalacrab	A1 / ICN #4024
Hidra	Alfard (α Hya)	فرد الشجاع <i>fard al-šuyā’</i> La solitaria de la hidra مقدم الذرا عان <i>muqadam al-ḡirā’an</i> La delantera de los dos brazos	الفرد <i>al-fard</i> (la solitaria)	A32 / ICN #1161	ALFARAR	C13 / ICN # 3053
			مقدم الذرا <i>muqadam al-ḡirā</i> (la delantera del brazo)	A4 / ICN #116	ALFARD	C3 / ICN #300 C7 / ICN #428
					ALFART	C8 / ICN #416 C11 / ICN #2043 C15 / ICN #2041
					ALFERAZ	C5 / ICN #420
					Humerus vetis	C6 / ICN #191
					ALDIRA	C8 / ICN #416
			مقدم الذرا عان <i>muqadam al-ḡirā’an</i> (la delantera de los dos brazos)	A10 / ICN #1099	ADIRAAhM	C2 / ICN #166
			الذرا عان <i>al-ḡirā’an</i> (los dos brazos)	A2 / ICN #110	Aldirahemin	A1 / ICN #4024
			ذرا عان <i>ḡirā’an</i> (dos brazos)	A9 / ICN #1139	addiraan abragoni	A1 / ICN #4024
	Minchar (σ Hya)	عنق الشجاع <i>‘unuq al-šuyā’</i> El cuello de la hidra منبر الشجاع <i>munīr al-šuyā’</i>	عنق الشجاع <i>‘unuq al- šuyā’</i> (el cuello de la hidra)	A18 / ICN #129 A19 / ICN #130		
			عنق شجاع <i>‘unq šuyā’</i> (cuello de hidra)	A27 / ICN #132		

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
		La brillante de la hidra النيرمن كواكب الشجاع <i>al-nīr min kawākab al-šuyā</i> ' La brillante entre los astros de la hidra	النيرمن كواكب الشجاع <i>al-nīr min kawākab al-šuyā</i> ' (la brillante entre los astros de la hidra)	A4 / ICN #116 A6 / ICN #117		
			منير الشجاع <i>munīr al-šuyā</i> ' (la brillante de la hidra)	A7 / ICN #118 A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A24 / ICN #154		
			منير شجاع <i>munīr šuyā</i> ' (brillante de hidra)	A34 / ICN #4217		
			المنير من الشجاع <i>al-munīr min al- šuyā</i> ' (la luminosidad en la hidra)	A11 / ICN #2527		
			شجاع <i>šuyā</i> ' (hidra)	A28 / ICN #144 A30 / ICN #1100		
			الشجاع <i>al- šuyā</i> ' (la hidra)	A33 / ICN #3552		
			Zeta Hydrae (ζ Hya)	رأس الشجاع <i>ra's al-šuyā</i> ' La cabeza de la hidra		
	رأس شجاع <i>ra's šuyā</i> ' (cabeza de hidra)	A30 / ICN#1100				
Leo	Regulus (α Leo)	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> El corazón del león	قلب الاسد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	A2 / ICN #110 A3/ ICN #3650 A4 / ICN #116 A5 / ICN #3622 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A8 / ICN #1167 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121	COR LEO	C12 / ICN #4560 C13 / ICN # 3053 A5 / ICN #3622
				COR LEONIS	C5 / ICN #420 C10 / ICN #162 C15 / ICN #2041	
				Cor leonis	C6 / ICN #191	
				COR LEOIS	C11 / ICN #2043	

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
				A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A23 / ICN #3551 A24 / ICN #154 A26 / ICN #4184 A29 / ICN #1203 A31 / ICN #136 A32 / ICN #1161 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217	COR	C3 / ICN #300 C7 / ICN #428
				CALBALA CEDA	C2 / ICN #166	
				Calbalazeda	A1 / ICN #4024	
				Kalbalacet	A1 / ICN #4024	
			اسد asad (león)	C12 / ICN #4560		
			Denebola (β Leo)	طرف ذنب الاسد ṭarf ḍanab al-asad El final de la cola del león		
		CAUDA LEOIS			C11 / ICN #2043	
Lira	Vega (α Lyr)	النسر الواقع al-nasr al-wāqi' El águila que cae	الواقع al-wāqi' (la que cae)	A2 / ICN #110 A3/ ICN #3650 A5 / ICN #3622 A6 / ICN#117 A7 / ICN #118 A10 / ICN #1099 A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A23 / ICN #3551 A26 / ICN #4184 A27 / ICN #132	UEGA	C12 / ICN #4560 C13 / ICN # 3053
					VEGA	C3 / ICN #300
					VVEGA	C5 / ICN #420 C7 / ICN #428
					ALGVEGA	C15 / ICN #2041
					UEGUA	C8 / ICN #416

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
				A28 / ICN #144 A29 / ICN #1203 A30 / ICN #1100 A31 / ICN #136 A34 / ICN #4217 C12 / ICN #4560	Alnasaraguega	A1 / ICN #4024
					ansagakba/	A1 / ICN #4024
			واقع <i>wāqi</i> (que cae)	A9 / ICN #1139 A11 / ICN #2527 A24 / ICN #154 A33 / ICN #3552	CAENT	C10 / ICN#162
Ofiuco	Ras Alhage (α Oph)	رأس الحواء <i>ra's al-ḥawā'</i> La cabeza del encantador de serpientes	رأس الحواء <i>ra's al-ḥawā'</i> (la cabeza del encantador de serpientes)	A3/ ICN #3650 A4 / ICN #116 A6 / ICN #117 A8 / ICN #1167 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A23 / ICN #3551 A26 / ICN #4184 A29 / ICN #1203 A33 / ICN #3552	RAZALAGE	C15 / ICN#2041
					RAZALEGNE	C11 / ICN #2043
					ALhAWI	C5 / ICN #420
					ALHAVNI	C2 / ICN #166 C3 / ICN #300 C7 / ICN #428
					BALHANE	C8 / ICN #416
			الحواء <i>al-ḥawā'</i> (el encantador de serpientes)	A7 / ICN #118 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A28 / ICN #144	Alramilages	C6 / ICN #191
					ELAYYE	C10 / ICN #162

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
				A31 / ICN #136 A32 / ICN #1161	Annazar atteir	A1 / ICN #4024
			حواء <i>ḥawā’</i> (encantador de serpientes)	A24 / ICN #154 A27 / ICN #132 A30 / ICN #1100 A32 / ICN #1161 A34 / ICN #4217	Alaguich	A1 / ICN #4024
Orión	Betelgeuse (α Ori)	منكب الجوزاء <i>mankib al-ŷawzā’</i> El hombro del gigante يد الجوزاء <i>yad al-ŷaūzā’</i> La mano del gigante	منكب الجوزا <i>mankib al-ŷawzā</i> (el hombro del gigante)	A2 / ICN #110 A4 / ICN #116 A5 / ICN #3622 A6 / ICN#117 A7 / ICN #118 A8 / ICN #1167 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A23 / ICN #3551 A26 / ICN #4184 A31 / ICN #136 A32 / ICN #1161 A33 / ICN #3552	BEDELGE	C15 / ICN #2041
				MALEXIE	C2 / ICN #166	
				ALGEZE	C11 / ICN #2043	
				ALGENIE	C7 / ICN #428	
				BGU	C3 / ICN #300	
				dE	C5 / ICN #420	
				MENCER	C10 / ICN #162	
				Mancamalgeuze	A1 / ICN #4024	
				Menkebalzeuze	A1 / ICN #4024	
			منكب <i>mankib</i> (hombro)	A24 / ICN #154 A30 / ICN #1100 A34 / ICN #4217	Humerus geminor	C6 / ICN #191

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
			المنكب <i>al-mankib</i> (el hombro)	A27 / ICN #132 A28 / ICN #144		
			يد الجوزا <i>yad al-ŷaūzā</i> (la mano del gigante)	A3/ ICN #3650		
	Rigel (β Ori)	رجل الجوزاء <i>riḡl al-ŷawzā'</i> La pierna del gigante	رجل الجوزا <i>riḡl al-ŷawzā</i> (la pierna del gigante)	A2 / ICN #110 A3/ ICN #3650 A4 / ICN #116 A5 / ICN #3622 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A23 / ICN #3551 A24 / ICN #154 A29 / ICN #1203 A30 / ICN #1100 A32 / ICN #1161 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217 <i>C12 / ICN #4560</i>	RIGIL	C8 / ICN #416 C11 / ICN #2043 C13 / ICN # 3053
					RIGEL	C3 / ICN #300 C7 / ICN #428 C12 / ICN #4560
					REGEL	C2 / ICN #166
					PES ORIONIS	C5 / ICN #420
					Pedes Geminorum	C6 / ICN #191
					Rigel algueiza	<i>A1 / ICN #4024</i>
					Addelem	<i>A1 / ICN #4024</i>
			الرجل <i>al-riḡl</i> (la pierna)	A27 / ICN #132 A28 / ICN #144		

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
			قدم الجوزا <i>qadam al-ŷawzā</i> (el pie del gigante)	A8 / ICN #1167 A18 / ICN #129 A16 / ICN #2701 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A26 / ICN #4184 A31 / ICN #136		
	Bellatrix (γ Ori)	No aparece en ningún astrolabio andalusí			hŷS ORI SI	C5 / ICN #420
Osa Mayor	Talitha Borealis (ι UMa)	يد الدب <i>yad al-dub</i> La mano del oso	يد الدب <i>yad al-dub</i> (la mano del oso)	A2 / ICN #110 A8 / ICN #1167 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A26 / ICN #4184 A33 / ICN #3552	MAN9 URSI9	C10 / ICN #162
					ECRE	C3 / ICN #300
					EGGEZ	C7 / ICN #428
			يد دب <i>yad dub</i> (mano de oso)	A34 / ICN #4217		
			دب <i>dub</i> (oso)	A24 / ICN #154		
			الدب <i>al-dub</i> (el oso)	A30 / ICN #1100		
	Tania Borealis (λ UMa)	رجل الدب <i>riŷl al-dub</i>	رجل الدب <i>riŷl al-dub</i> (la pata del oso)	A2 / ICN #110 A4 / ICN #116	URSA	C13 / ICN #3053

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
		La pata del oso		A8 / ICN #1167 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A31 / ICN #136 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217	RIGORCA	C12 / ICN #4560
					Ri gel	A1 / ICN #4024
			الرجل al-riȳl (la pata)	A5 / ICN #3622 A7 / ICN #118 A28 / ICN #144		
			رجل riȳl (pata)	A26 / ICN #4184 A27 / ICN #132 A32 / ICN #1161 C12 / ICN #4560		
	Tania Australis (μ UMa)	الركبة al-rakba La rodilla رجل الدب	الركبة al-rakba (la rodilla)	A5 / ICN #3622 A6 / ICN #117 A7 / ICN #118 A12 / ICN #121 A28 / ICN #144 A29 / ICN #1203 A31 / ICN #136	ALRVCVB	C7 / ICN #428
					BMENAX	C13 / ICN # 3053
			ركبة rakba (rodilla)	A9 / ICN #1139 A11 / ICN #2527 A27 / ICN #132 A32 / ICN #1161	Arracuba	A1 / ICN # 4024
	Alkaid o Benetnasch (η UMa)		بنات نعش banāt na'š (plañideras)	A2 / ICN #110 A3/ ICN #3650	BENENAZ	C3 / ICN #300

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
		قائد بنات النعش qā'id banāt al-na'sh La líder de las plañideras		A6 / ICN#117 A7 / ICN#118 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A29 / ICN #1203	BENENA	C7 / ICN #428
					bENENA	C5 / ICN #420
					BENNAZ	C10 / ICN #162
			القائد al-qā'id (la líder)	A8 / ICN #1167 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A31 / ICN #136	Elphraz	C6 / ICN #191
					VRSA	C8 / ICN #416
					ALAY	C13 / ICN # 3053
			نعش na'sh (ataúd)	A4 / ICN #116 A23 / ICN #3551	Alkaid	A1 / ICN #4024
			قائد qā'id (líder)	A24 / ICN #154 A26 / ICN #4184 A32 / ICN #1161 A33 / ICN #3552	Benennax	A1 / ICN #4024
Pegaso	Scheat (β Peg)	منكب الفرس mankib al-faras El hombro del caballo ساعد الفرس sā'ad al-faras El antebrazo del caballo	منكب الفرس mankib al-faras (el hombro del caballo)	A4 / ICN #116 A5 / ICN #3622 A6 / ICN#117 A7 / ICN#118 A8 / ICN #1167 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A12 / ICN #121	ALFARAS	C10 / ICN #162
					ALFERAZ	C7 / ICN #428

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
				A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A26 / ICN #4184 A29 / ICN #1203 A30 / ICN #1100	ALFAZ	C8 / ICN #416
					OMER9I	C12 / ICN #4560
					hVS EQVI	C5 / ICN #420
			منكب فرس <i>mankib faras</i> (hombro de caballo)	A23 / ICN #3551 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217	Humerus equi	C6 / ICN #191
			الفرس <i>al-faras</i> (el caballo)	A2 / ICN #110 A32 / ICN #1161	Aldaldip	A1 / ICN #4024
			المنكب <i>al-mankib</i> (el hombro)	A28 / ICN #144 A31 / ICN #136		
			منكب <i>mankib</i> (hombro)	A3/ ICN #3650 A27 / ICN #132		
			فرس <i>faras</i> (caballo)	A11 / ICN #2527 A24 / ICN #154		
	Enif (ε Peg)	جحفلة الفرس <i>ḡahfala al-faras</i> El belfo del caballo	جحفلة <i>ḡahfala</i> (el belfo)	A30 / ICN #1100 A34 / ICN #4217	EMALFER	C15 / ICN #2041
	Ji Pegasi (χ Peg)	كعب الفرس <i>ka'ib al-faras</i> El talón del caballo	كعب الفرس <i>ka'ib al-faras</i> (el talón del caballo)	A8 / ICN #1167 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A26 / ICN #4184 A32 / ICN #1161	9ABI	C12 / ICN #4560

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
			كعب الفرس <i>ka'ib faras</i> (talón de caballo)	A33 / ICN #3552		
			الكعب <i>al-ka'ib</i> (el talón)	A31 / ICN #136		
			كعب <i>ka'ib</i> (talón)	A28 / ICN #144		
Perseo	Algenib (α Per)	الجنب <i>al-yanib</i> El flanco	جنب <i>yanib</i> (flanco)	A26 / ICN #4184 A27 / ICN #132	ALGENIB	C11 / ICN #2043
	Algol (β Per)	رأس الغول <i>ra's al-gūl</i> La cabeza del ogro	رأس الغول <i>ra's al-gūl</i> (la cabeza del ogro)	A4 / ICN #116 A5 / ICN #3622 A8 / ICN #1167 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A22 / ICN #153 A29 / ICN #1203 A30 / ICN #1100 A31 / ICN #136	ALGOL	C3 / ICN #300 C10 / ICN #162 C12 / ICN #4560
					ALGON	C7 / ICN #428
					ALGOZ	C2 / ICN #166
					GOL	C5 / ICN #420
			الغول <i>al-gūl</i> (el ogro)	A2 / ICN #110 A7 / ICN #118 A28 / ICN #144	Algol	A1 / ICN #4024
			غول <i>gūl</i> (ogro)	A3 / ICN #3650 A11 / ICN #2527 A23 / ICN #3551 A32 / ICN #1161 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217 C12 / ICN #4560	Gazal	A1 / ICN #4024

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
Serpiente	Unukalhai (α Ser)	عنق الحية <i>'unq al-ḥaya</i> El cuello de la serpiente	عنق الحية <i>'unq al-ḥaya</i> (el cuello de la serpiente)	A2 / ICN #110 A6 / ICN#117 A8 / ICN #1167 A10 / ICN #1099 A16 / ICN #2701 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A26 / ICN #4184 A28 / ICN #144 A33 / ICN #3552	Serpes	C6 / ICN #191
					ALIELIL	C7 / ICN #428
					ON9E	C12 / ICN #4560
			العنق <i>al-'unq</i> (el cuello)	A4 / ICN #116 A32 / ICN #1161	YEDh	C15 / ICN #2041
			عنق <i>'unq</i> (cuello)	A27 / ICN #132	RAMEG	A5 / ICN #3622
			حية <i>ḥaya</i> (serpiente)	A24 / ICN #154 A34 / ICN #4217		
			الحية <i>al-ḥaya</i> (la serpiente)	A7 / ICN#118 A9 / ICN #1139 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A23 / ICN #3551 A31 / ICN #136 C12 / ICN #4560		
Tauro	Aldebarán (α Tau)	الدبران <i>al-dabarān</i> La que sigue	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	A2 / ICN #110 A3 / ICN #3650 A6 / ICN#117 A7 / ICN#118	ALDEBARAN	C3 / ICN #300 C8 / ICN #416 C13 / ICN # 3053 C15 / ICN #2041

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
		الدبران ام عين الثور <i>al-dabarān am ‘ayn al-ṭaūr</i> (la que sigue o el ojo del toro)		A8 / ICN #1167 A10 / ICN #1099 A12 / ICN #121 A18 / ICN #129 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A23 / ICN #3551 A26 / ICN #4184 A28 / ICN #144 A29 / ICN #1203 A30 / ICN #1100 A31 / ICN #136	ALdEbARAN	C5 / ICN #420
				ALDEBARAM	C11 / ICN #2043	
				ALDEVARA	C7 / ICN #428	
				ALDABERAN	C10 / ICN #162	
				Debra	C6 / ICN #191	
			دبران <i>dabarān</i> (que sigue)	A9 / ICN #1139 A11 / ICN #2527 A24 / ICN #154 A27 / ICN #132 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217 C12 / ICN #4560	DEBRAN	C12 / ICN #4560
					AL DABRAN	<i>A5 / ICN #3622</i>
					Aldabaran	<i>A1 / ICN #4024</i>
			الدبران ام عين الثور <i>al-dabarān am ‘ayn al-ṭaūr</i> (la que sigue o el ojo del toro)	A4 / ICN #116	AbdeBaran	<i>A1 / ICN #4024</i>
			عين الثور <i>‘ayn al-ṭaūr</i> (el ojo del toro)	A16 / ICN #2701 A22 / ICN #153 A32 / ICN #1161		
Virgo	Azimech ó Spica (α Vir)	السماك الاعزل <i>al-simāk al-a’zal</i>	السماك الاعزل	A4 / ICN #116 A18 / ICN #129	AZIMECH	C13 / ICN # 3053

Constelación	Nombre actual de la estrella e identificativo	Nombre de la estrella en árabe. Significado del nombre. [en negrilla los nombres de la tabla de estrellas de Maslama]	AL-ANDALUS		REINOS CRISTIANOS HISPANOS	
			Nombre en árabe rotulado en el puntero estelar del astrolabio	Astrolabio (nº en este catálogo / ICN)	Nombre en latín o romance rotulado en el puntero estelar	Astrolabio (nº en este catálogo/ ICN)
		El excelso desarmado	<i>al-simāk al-a 'zal</i> (el excelso desarmado)	A22 / ICN #153 A32 / ICN #1161	ALChIMECh	C2 / ICN #166 C8 / ICN #416
			الاعزل <i>al-a 'zal</i> (el desarmado)	A2 / ICN #110 A3/ ICN #3650 A7 / ICN#118 A8 / ICN #1167 A9 / ICN #1139 A10 / ICN #1099 A11 / ICN #2527 A12 / ICN #121 A16 / ICN #2701 A19 / ICN #130 A21 / ICN # 1148 A23 / ICN #3551 A26 / ICN #4184 A27 / ICN #132 A28 / ICN #144 A29 / ICN #1203 A30 / ICN #1100 A31 / ICN #136 A33 / ICN #3552 A34 / ICN #4217	ALCHIMEC	C3 / ICN #300 C5 / ICN #420 C7 / ICN #428 C15 / ICN #2041
				AhZEL	C10 / ICN #162	
				Spica	C6 / ICN #191	
				SPI9A	C12 / ICN #4560	
				ALRAMECH	C11 / ICN #2043	
				Algazal	<i>A1 / ICN #4024</i>	
				Alzimech culecto	<i>A1 / ICN #4024</i>	
				اعزل <i>a 'zal</i> (desarmado)	A24 / ICN #154 <i>C12 / ICN #4560</i>	AL ERAL
IDENTIFICACIÓN DE CONSTELACIONES MEDIEVALES QUE SE MODIFICARON EN ÉPOCAS POSTERIORES						
Argo Navis: Por su gran tamaño fue dividida en tres constelaciones en el siglo XVIII: Carina, Puppis y Vela.			طرف السفينة <i>ṭarf al-saḡīna</i> (la proa de la nave)	A27 / ICN #132		
			طرفة <i>tarfa</i> (la proa)	A33 / ICN #3552		

ANEXO 2: TABLAS DE PRESENCIA DE CIUDADES Y LATITUDES EN LAS LÁMINAS DE LOS ASTROLABIOS DEL CATÁLOGO

0.- Estructura y contenido de este anexo

Se presentan un total de 5 tablas para los astrolabios andalusíes y 4 para los de los reinos hispanos cristianos que son la base para el análisis comparativo que se realiza en los puntos 4.5.2.2 (para los astrolabios andalusíes) y 5.5.2.4 (para los astrolabios de reinos cristianos).

El objetivo de estas tablas es identificar que nombres de ciudades o qué latitudes aparecen grabadas en las *láminas* de los astrolabios del catálogo pues, de alguna manera identifican los lugares, tanto del territorio peninsular como del resto del mundo conocido, que eran relevantes para los comitentes y/o constructores de estos astrolabios. Se puede suponer que Toledo o Zaragoza estarían presentes en los astrolabios taifas, Granada en los nazaríes y Meca en todos los astrolabios andalusíes, pero es interesante tener el dato medido y concreto pues la realidad nunca responde totalmente al modelo previsto.

Las tablas en cuestión recogen:

Tabla 1: “Top Ten de ciudades” Datos relativos a las 10 ciudades más presentes en las *láminas* de los astrolabios andalusíes (en nombre y/o latitud), tanto peninsulares (tabla 1a) como del resto del mundo (tabla 1b)

Tabla 2: Presencia de ciudades peninsulares en *láminas* de los astrolabios andalusíes

Tabla 3: Presencia de latitudes peninsulares en *láminas* de los astrolabios andalusíes

Tabla 4: Presencia de ciudades del mundo islámico en *láminas* de los astrolabios andalusíes

Tabla 5: Presencia de latitudes del mundo islámico en *láminas* de los astrolabios andalusíes

Tabla 6: Presencia de ciudades peninsulares en *láminas* de los astrolabios de reinos cristianos

Tabla 7: Presencia de latitudes peninsulares en *láminas* de los astrolabios de reinos cristianos

Tabla 8: Presencia de ciudades del resto del mundo en *láminas* de los astrolabios de reinos cristianos.

Tabla 9: Presencia de latitudes del resto del mundo en *láminas* de los astrolabios de reinos cristianos.

Cada astrolabio se identifica en las tablas con su número en este catálogo y también su identificador ICN.

Los criterios seguidos en el proceso de realización de los cálculos porcentuales han sido:

- Cuando en una *lámina* está inscrito el nombre de la ciudad y también la latitud, sólo se ha consignado el hecho en la tabla correspondiente a “nombres de ciudad”, primándose la voluntad de identificar claramente el lugar sobre el dato de latitud que no hace claramente.
- Cuando en un mismo astrolabio unas *láminas* llevan nombre de ciudad y otras sólo la latitud, se ha consignado cada dato en su tabla correspondiente y por esa razón hay tres

astrolabios, los tres nazaríes (A24, A28 y A30), que tiene datos tanto en la tabla de “nombres de ciudad” como en la de “latitudes”.

- Los datos “totales” que figuran en cada una de las tablas, no indican el total de astrolabios andalusíes o de los reinos cristianos que conforman este catálogo sino el total de astrolabios que incorporan ese tipo de información, es decir, “nombre de ciudad” o “latitud”. La existencia de 3 astrolabios que se incorporan a ambos “totales” duplica su peso estadístico relativo y esta circunstancia se ha corregido en las Tablas del epígrafe 1 (top ten de ciudades) de datos agregados. Esta tabla es la que se utiliza en las gráficas de análisis comparativo del punto 4.5.2.2.
- Las tres *azafeas* del catálogo (A15, A17 y A25) no aparecen en ninguna tabla porque no tienen *láminas*.
- Los astrolabios A14 y A21 no aparecen en ninguna tabla, el primero porque no nos ha llegado ninguna de sus *láminas*, y el segundo porque, teniendo *láminas* no se ha conseguido información sobre sus inscripciones.
- En el caso de los astrolabios de los reinos cristianos no se ha realizado una tabla de datos agregados por ser escasos aunque la información comparativa se recoge en el punto 5.5.2.4.

PARTE I: ASTROLABIOS ANDALUSÍES

1.- “TOP TEN de CIUDADES”: Presencia de nombres de ciudades y latitudes en los astrolabios andalusíes

Estas dos tablas presentan las ciudades más mencionadas en las *láminas* de los astrolabios, con su nombre o con la latitud atribuida en el periodo medieval. La primera tabla ofrece los datos relativos a las 10 ciudades andalusíes más presentes en los astrolabios y la segunda las 10 ciudades del resto del mundo. En el resto de tablas de este anexo se desagregan esos datos y se presentan todas las ciudades y latitudes, no sólo las 10 primeras.

En estas dos tablas el valor “total” corresponde al número de astrolabios andalusíes que tienen *láminas* con inscripciones que resultan ser 29 astrolabios (4 califales, 9 taifas, 6 almohades y 10 nazaríes).

a) Ciudades peninsulares:

En esta tabla se presentan las 10 ciudades andalusíes más mencionadas en las *láminas* de los astrolabios, bien con su nombre, bien con la latitud que se les suele atribuir en el periodo medieval. En algunos casos de duda se ha asignado a cada latitud la ciudad que con más probabilidad representa teniendo en cuenta el periodo cronológico. Por ejemplo, la latitud 37°30’ que puede asignarse tanto a Sevilla como a Granada, se ha asignado a Sevilla en el caso de astrolabios almohades y a Granada en el caso de los nazaríes, siendo conscientes de que este hecho acarrea un nivel de error que se asume. En esta tabla el valor “total” corresponde al número de astrolabios andalusíes que tienen *láminas* con inscripciones que resultan ser 29 astrolabios (4 califales, 9 taifas, 6 almohades y 10 nazaríes).

Ciudad / latitud	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: n° catálogo / ICN
Almería + 36°30’-36°59’	19	65%	1	33%	9	100%	4	66%	5	50%	A2/ICN#110; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A16/ICN#2701; A19/ICN#130; A20/ICN#4001; A22/ICN#153; A26/ICN#4184; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100; A33/ICN#3552;

Ciudad / latitud	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: n° catálogo / ICN
Granada + 37°30'-37°59'	16	55%	0	0%	7	80%	1	16%	8	80%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A10/ICN#1099; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A23/ICN#3551; A26/ICN#4184; A27/ICN#132; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100; A32/ICN#1161; A33/ICN#3552; A34/ICN#4217
Córdoba + 38°30'-38°59'	15	52%	3	100%	9	100%	2	33%	1	16%	A2/ICN#110; A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A16/ICN#2701; A20/ICN#4001 A32/ICN#1161.
Toledo + 39°30'-39°59'	13	45%	3	100%	6	66%	2	33%	2	33%	A2/ICN#110; A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A19/ICN#130; A22/ICN#153; A24/ICN#154; A32/ICN#1161;
Zaragoza	12	41%	3	100%	9	100%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572;
Sevilla + 37°30'-37°59'	12	41%	0	0%	7	77%	4	66%	1	16%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A18/ICN#129; A19/ICN#130; A22/ICN#153; A23/ICN#3551; A32/ICN#1161;
Algeciras + 36°-36°29'	11	38%	2	50%	1	11%	3	50%	5	71%	A1/ICN#4024; A2/ICN#110; A6/ICN#117; A16/ICN#2701; A18/ICN#129; A22/ICN#153; A24/ICN#154; A26/ICN#4184; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100;
Málaga	10	52%	0	0%	6	66%	0	0%	4	66%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100; A32/ICN#1161;

Ciudad / latitud	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Valencia + 39°-39°29'	8	27%	1	33%	5	55%	2	33%	0	0%	A2/ICN#110; A5/ICN#3622; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A18/ICN#129; A22/ICN#153

b) Ciudades islámicas del resto del mundo:

En esta tabla se presentan las 10 ciudades islámicas más mencionadas en las *láminas* de los astrolabios, bien con su nombre, bien con la latitud que se les suele atribuir en el periodo medieval. En algunos casos de duda se ha asignado a cada latitud la ciudad que con más probabilidad representa teniendo en cuenta el periodo cronológico. Por ejemplo, la latitud 33° que puede asignarse tanto a Fez como a Damasco o Bagdad, se ha asignado a Fez en el caso de astrolabios almohades y nazaríes y a Bagdad / Damasco en el caso de los califales y los taifas, siendo conscientes de que este hecho acarrea un nivel de error que se asume. En esta tabla el valor “total” corresponde al número de astrolabios andalusíes que tienen *láminas* con inscripciones, que resultan ser 29 astrolabios (4 califales, 9 taifas, 6 almohades y 10 nazaríes).

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Meca + 21°30'-22°	20	69%	2	50%	9	100%	2	33%	7	70%	A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A20/ICN#4001; A23/ICN#3551; A24/ICN#154; A26/ICN#4184; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100; A32/ICN#1161; A33/ICN#3552
Cairo + 30°	18	62%	4	100%	7	77%	2	33%	4	57%	A1/ICN#4024; A2/ICN#110; A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A18/ICN#129; A20/ICN#4001; A26/ICN#4184; A27/ICN#132; A32/ICN#1161; A33/ICN#3552;
Fez	16	55%	0	0%	4	44%	6	100%	6	60%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A16/ICN#2701; A18/ICN#129;

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
+ 33°-33°59'											A19/ICN#130; A20/ICN#4001; A22/ICN#153; A23/ICN#3551; A24/ICN#154; A26/ICN#4184; A27/ICN#132; A28/ICN#144; A30/ICN#1100; A33/ICN#3552;
Ceuta + 35°-36°	15	52%	0	0%	5	55%	4	66%	6	60%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A12/ICN#121; A16/ICN#2701; A19/ICN#130; A22/ICN#153; A23/ICN#3551; A26/ICN#4184; A27/ICN#132; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100; A32/ICN#1161;
Medina + 25°-25°30'	14	48%	2	50%	7	77%	2	33%	3	30%	A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A10/ICN#1099; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A20/ICN#4001; A23/ICN#3551; A24/ICN#154; A26/ICN#4184; A33/ICN#3552
Marrakech + 31°-31°59'	11	38%	0	0%	0	0%	6	100%	5	50%	A16/ICN#2701; A18/ICN#129; A19/ICN#130; A20/ICN#4001; A22/ICN#153; A23/ICN#3551; A24/ICN#154; A26/ICN#4184; A28/ICN#144; A30/ICN#1100; A32/ICN#1161;
Samarcanda	8	42%	2	66%	6	66%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A4/ICN#116; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;
Bagdad	7	37%	0	0%	7	77%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A10/ICN#1099; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;
Harrán	7	37%	1	33%	6	66%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Kermán	7	37%	1	33%	6	66%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;

2.- Presencia de NOMBRES DE CIUDADES PENINSULARES en las *láminas* de los astrolabios andalusíes

Esta es una de las tablas desagregadas y recoge cuántos y cuáles de los astrolabios andalusíes del catálogo llevan inscrito el nombre de alguna ciudad peninsular en alguna de sus *láminas*, ya sean de latitud o astrológicas. El “total” de astrolabios al que aplica esta tabla es de 19, de los cuales 3 son califales, 9 son taifas, 1 es almohade y 6 son nazaríes. El orden elegido es el de mayor a menor presencia respecto al valor “total”.

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Granada	13	68%	0	0%	7	77%	1	100%	5	83%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A10/ICN#1099; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A23/ICN#3551; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100; A32/ICN#1161; A34/ICN#4217
Córdoba	13	68%	3	100%	9	100%	0	0%	1	16%	A2/ICN#110; A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A32/ICN#1161;
Almería	13	68%	1	33%	9	100%	0	0%	3	50%	A2/ICN#110; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100;
Zaragoza	12	63%	3	100%	9	100%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118;

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: n° catálogo / ICN
											A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572;
Toledo	11	58%	3	100%	6	66%	0	0%	2	33%	A2/ICN#110; A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A24/ICN#154; A32/ICN#1161;
Málaga	10	52%	0	0%	6	66%	0	0%	4	66%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100; A32/ICN#1161;
Sevilla	9	47%	0	0%	7	77%	1	100%	1	16%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A23/ICN#3551; A32/ICN#1161;
Badajoz	7	37%	1	33%	5	55%	1	100%	0	0%	A2/ICN#110; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A23/ICN#3551;
Murcia	6	31%	0	0%	6	66%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;
Valencia	6	31%	1	33%	5	55%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A5/ICN#3622; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;
Algeciras	5	26%	1	33%	1	11%	0	0%	3	50%	A2/ICN#110; A6/ICN#117; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100;
Baeza	5	26%	0	0%	5	55%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A12/ICN#121;
Jaén	5	26%	0	0%	4	44%	0	0%	1	16%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A32/ICN#1161;

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: n° catálogo / ICN
Calatayud	4	21%	0	0%	4	44%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A10/ICN#1099;
Denia	4	21%	1	33%	3	33%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;
Lleida	4	21%	0	0%	4	44%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139;
Talavera	4	21%	0	0%	3	33%	0	0%	1	16%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A32/ICN#1161;
Huesca	3	15%	0	0%	3	33%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A10/ICN#1099;
Barbastro	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118;
Calatrava	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A12/ICN#121;
Daroca	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118;
Ibiza	2	10%	1	33%	1	11%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A11/ICN#2527;
Mérida	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A10/ICN#1099; A12/ICN#121;
Orihuela	2	10%	1	33%	1	11%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A6/ICN#117
Uclés	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A12/ICN#121;
Burgos	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	1	16%	A24/ICN#154
Cuenca	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117
Guadalajara	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117
Madrid	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: n° catálogo / ICN
Medinaceli	1	5%	1	33%	0	0%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110
Pamplona	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	1	16%	A32/ICN#1161
Tortosa	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A11/ICN#2527;
Tudela	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	1	16%	A32/ICN#1161;

Los datos obtenidos están dentro de lo esperable pero no se pueden sacar conclusiones globales sólo con esta tabla pues un número de astrolabios, entre ellos la mayoría de los almohades, no indican nombres de ciudades sino latitudes y por tanto tienen más presencia en la tabla que viene a continuación. Son los datos agregados que se recogen en la Tabla 1 los que permiten un estudio general comparativo.

3.- Presencia de LATITUDES DE CIUDADES PENINSULARES en las láminas de los astrolabios andalusíes

Esta tabla completa a la anterior pues recoge cuántos y cuáles de los astrolabios andalusíes del catálogo llevan inscrito un valor de latitud peninsular en alguna de sus láminas. El “total” de astrolabios al que aplica esta tabla es de 13, de los cuales 1 es califal, no hay ninguno taifa, 5 son almohades y 7 son nazaríes. El orden elegido es el de mayor a menor presencia respecto al valor “total”.

Latitud	Total	% total	Califal	% califal	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: n° catálogo / ICN
37°30'-37°59' (i.e. Sevilla, Granada)	8	61%	0	0%	3	60%	5	71%	A18/ICN#129; A19/ICN#130; A22/ICN#153; A26/ICN#4184; A27/ICN#132; A28/ICN#144; A30/ICN#1100; A33/ICN#3552;
36°30'-36°59' (i.e. Almería)	7	54%	0	0%	4	80%	3	43%	A16/ICN#2701; A19/ICN#130; A20/ICN#4001; A22/ICN#153; A26/ICN#4184; A28/ICN#144; A33/ICN#3552;

Latitud	Total	% total	Califal	% califal	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
36°-36°29' (i.e. Algeciras)	6	46%	1	100%	3	60%	2	28%	A1/ICN#4024; A16/ICN#2701; A18/ICN#129; A22/ICN#153; A24/ICN#154; A26/ICN#4184;
40°30'-40°59' (i.e. Guadalajara)	5	38%	1	100%	4	57%	0	0%	A1/ICN#4024; A16/ICN#2701; A18/ICN#129; A19/ICN#130; A22/ICN#153
37°-37°29' (i.e. Málaga)	2	15%	0	0	0	0%	2	28%	A24/ICN#154; A31/ICN#136
38°30'-38°59' (i.e. Córdoba)	2	15%			2	40%		0%	A16/ICN#2701; A20/ICN#4001
39°30'-39°59' (i.e. Toledo)	2	15%	0	0%	2	40%	0	0%	A19/ICN#130; A22/ICN#153
39°-39°29' (i.e. Valencia)	2	15%			2	40%		0%	A18/ICN#129; A22/ICN#153

4.- Presencia de NOMBRES DE CIUDADES ISLÁMICAS en las *láminas* de los astrolabios andalusíes

Esta es otra de las tablas desagregadas y recoge cuántos y cuáles de los astrolabios andalusíes del catálogo llevan inscrito el nombre de alguna ciudad islámica no andalusí en alguna de sus *láminas*, ya sean de latitud o astrológicas. Se ha registrado una enorme cantidad de ciudades porque en cada *lámina* se inscriben varias que comparten latitudes semejantes.

El “total” de astrolabios al que aplica esta tabla es de 19, de los cuales 3 son califales, 9 son taifas, 2 son almohades y 6 son nazaríes. El orden elegido es el de mayor a menor presencia respecto al valor “total”.

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Meca	17	89%	2	66%	9	100%	2	100%	4	66%	A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A13/ICN#2572;

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
											A20/ICN#4001; A23/ICN#3551; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100; A32/ICN#1161;
Cairo	12	63%	3	100%	7	77%	1	50%	1	16%	A2/ICN#110; A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121; A20/ICN#4001; A32/ICN#1161;
Medina	11	58%	2	66%	7	77%	2	100%	0	0%	A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A10/ICN#1099; A12/ICN#121; A13/ICN#2572; A20/ICN#4001; ; A23/ICN#3551;
Ceuta	10	52%	0	0%	5	55%	1	50%	4	66%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A12/ICN#121; A23/ICN#3551; A28/ICN#144; A29/ICN#1203; A30/ICN#1100; A32/ICN#1161;
Samarcanda	8	42%	2	66%	6	66%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A4/ICN#116; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;
Bagdad	7	37%	0	0%	7	77%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A10/ICN#1099; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;
Fez	7	37%	0	0%	4	44%	1	50%	2	33%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; ; A23/ICN#3551; A28/ICN#144; A30/ICN#1100;
Harrán	7	37%	1	33%	6	66%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;
Kermán	7	37%	1	33%	6	66%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;
Damasco	6	31%	0	0%	6	66%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A12/ICN#121;

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: n° catálogo / ICN
Mosul	6	31%	0	0%	6	66%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A12/ICN#121
Qairawan	6	31%	2	66%	4	44%	0	0%	0	0%	A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A9/ICN#1139; A12/ICN#121;
Ras al Ain	6	31%	0	0%	6	66%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527;
Sicilia	6	31%	0	0%	6	66%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099; A12/ICN#121;
Azerbaiyán	5	26%	0	0%	5	55%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527;
Rusafa	5	26%	0	0%	5	55%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A9/ICN#1139; A10/ICN#1099;
Alejandro	4	21%	0	0%	3	33%	0	0%	1	16%	A6/ICN#117; A10/ICN#1099; A11/ICN#2527; A28/ICN#144;
Balj	4	21%	0	0%	4	44%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A10/ICN#1099;
Qulzum	4	21%	2	66%	2	22%	0	0%	0	0%	A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A7/ICN#118; A8/ICN#1167;
Gorgán	4	21%	0	0%	4	44%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A10/ICN#1099;
Kufa	4	21%	0	0%	3	33%	0	0%	1	16%	A6/ICN#117; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527; A30/ICN#1100;
Marrakech	4	21%	0	0%	0	0%	1	50%	3	50%	A23/ICN#3551; A28/ICN#144; A30/ICN#1100; A32/ICN#1161;
Ascalón	3	16%	0	0%	3	33%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A10/ICN#1099; A12/ICN#121;
Constantinopla	3	16%	2	66%	0	0%	0	0%	1	16%	A3/ICN#3650; A4/ICN#116; A28/ICN#144;

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Jalat	3	16%	0	0%	3	33%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A8/ICN#1167;
Mahruban	3	16%	0	0%	3	33%	0	0%	0	0%	A7/ICN#118; A8/ICN#1167; A12/ICN#121
Manbij	3	16%	0	0%	3	33%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A8/ICN#1167; A12/ICN#121
Roha (Edesa)	3	16%	0	0%	3	33%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A11/ICN#2527;
Roma la Grande	3	16%	0	0%	3	33%	0	0%	0	0%	A8/ICN#1167; A11/ICN#2527; A12/ICN#121
Santarém	3	16%	1	33%	2	22%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A5/ICN#3622; A11/ICN#2527;
Tarso	3	16%	1	33%	2	22%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110; A9/ICN#1139; A11/ICN#2527;
Túnez	3	16%	0	0%	3	33%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118; A11/ICN#2527;
Ain-Shams (Heliópolis)	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A7/ICN#118; A8/ICN#1167
Alepo	2	11%	0	0%	1	11%	0	0%	1	16%	A10/ICN#1099; A30/ICN#1100;
Al-Yamama	2	11%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A10/ICN#1099; A9/ICN#1139
Basora	2	11%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A10/ICN#1099; A11/ICN#2527;
Cerdeña	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A11/ICN#2527;
Cesarea	2	11%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A7/ICN#118; A12/ICN#121;
Damietta	2	11%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A10/ICN#1099; A11/ICN#2527;
Halas	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A7/ICN#118; A8/ICN#1167
Jerusalén	2	11%	0	0%	3	33%	0	0%	0	0%	A5/ICN#3622; A6/ICN#117; A9/ICN#1139;

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: n° catálogo / ICN
Jorasmia	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A8/ICN#1167; A12/ICN#121;
Marwalrud	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A7/ICN#118; A8/ICN#1167
Ray (Teherán)	2	11%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A7/ICN#118;
Saba	2	11%	2	66%	0	0%	0	0%	0	0%	A3/ICN#3650; A4/ICN#116
Saná	2	11%	2	66%	0	0%	0	0%	0	0%	A3/ICN#3650; A4/ICN#116
Saramanrah	2	11%	2	66%	0	0%	0	0%	0	0%	A3/ICN#3650; A4/ICN#116
Shahrizor	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A7/ICN#118; A8/ICN#1167
Tawiyus	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A7/ICN#118; A8/ICN#1167
Tiberiades	2	10%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A12/ICN#121;
Aata	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117
Adén	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A12/ICN#121;
Ahnas	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A8/ICN#1167
Ahvaz	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Al-Anbar	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A10/ICN#1099
Almadain	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117
Anathon	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Antioquía	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A10/ICN#1099

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: n° catálogo / ICN
Asuán	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	1	16%	A29/ICN#1203
Barqa	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Cartago	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Chipre	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117
Cirenaica	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Edirne	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	1	16%	A28/ICN#144;
Fayum	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A8/ICN#1167
Ganaveh	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117
Gaza	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Ghana	1	5%	1	33%	0	0%	0	0%	0	0%	A4/ICN#116
Hit	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Hiyaz	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A5/ICN#3622;
Homs	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A11/ICN#2527;
Istair	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Kabul	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A8/ICN#1167
Kandahar	1	5%	0	0%	2	22%	0	0%	0	0%	A7/ICN#118; A8/ICN#1167;
Madiyan	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A7/ICN#118

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Mardin	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	1	16%	A30/ICN#1100
Ramla	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Rosetta	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Salé	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117
Samosata	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117; A12/ICN#121;
Sanur	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A10/ICN#1099
Serendib (Ceilán)	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A12/ICN#121
Sijilmasa	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117
Siniz	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117
Siraf	1	5%	1	33%	0	0%	0	0%	0	0%	A2/ICN#110
Siraz	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Sistán	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Taif	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A10/ICN#1099
Tánger	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A8/ICN#1167
Tinis	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;
Tremecén	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A8/ICN#1167
Trípoli	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A6/ICN#117;

Ciudad	Total	% total	Califal	% califal	Taifa	% taifa	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Tubala	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A12/ICN#121;
Tunbeh	1	5%	1	33%	0	0%	0	0%	0	0%	A3/ICN#3650
Yaqut	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A12/ICN#121
Yawhar	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A12/ICN#121;
Yeda	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A10/ICN#1099
Yemen	1	5%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%	A12/ICN#121;

Como se indicó en la tabla de ciudades peninsulares las ciudades de mayor presencia son las esperables, aunque es necesario comprobar también la tabla de latitudes porque hay periodos cronológicos, como el almohade y el nazarí, en los que no se suelen grabar nombres de ciudades sino exclusivamente valores de latitud.

5.- Presencia de LATITUDES DE CIUDADES ISLÁMICAS en las *láminas* de los astrolabios andalusíes

Esta tabla completa a la anterior pues recoge cuántos y cuáles de los astrolabios andalusíes del catálogo llevan inscrito un valor de latitud correspondiente a alguna ciudad islámica en alguna de sus *láminas*. El “total” de astrolabios al que aplica esta tabla es de 13, de los cuales 1 es califal, no hay ninguno taifa, 5 son almohades y 7 son nazaríes. El orden elegido es el de mayor a menor presencia respecto al valor “total”.

Latitud	Total	% total	Califal	% califal	Almohade	% almohade	Nazarí	% nazarí	Astrolabios: nº catálogo / ICN
33°-33°59' (i.e. Fez)	10	77%	0	0%	5	100%	5	71%	A16/ICN#2701; A18/ICN#129; A19/ICN#130; A20/ICN#4001; A22/ICN#153; A24/ICN#154; A26/ICN#4184; A27/ICN#132; A28/ICN#144; A33/ICN#3552;
31°-31°59' (i.e. Marrakech)	8	61%	0	0%	5	100%	3	43%	A16/ICN#2701; A18/ICN#129; A19/ICN#130; A20/ICN#4001; A22/ICN#153; A24/ICN#154; A26/ICN#4184; A32/ICN#1161;
30°-30°29' (Cairo)	6	46%	1	100%	1	25%	4	57%	A1/ICN#4024; A18/ICN#129; A26/ICN#4184; A27/ICN#132; A32/ICN#1161; A33/ICN#3552;
34°-34°59' (i.e. Mequínez)	6	46%	0	0%	3	60%	3	43%	A18/ICN#129; A19/ICN#130; A20/ICN#4001; A24/ICN#154; A26/ICN#4184; A33/ICN#3552
35°-35°59' (i.e. Ceuta)	6	46%	0	0%	3	60%	3	43%	A16/ICN#2701; A19/ICN#130; A22/ICN#153; A26/ICN#4184; A27/ICN#132; A32/ICN#1161;
21°30'-21°59' (i.e. Meca)	3	23%	0	0%	0	0%	3	43%	A24/ICN#154; A26/ICN#4184; A33/ICN#3552;
32°30'-32°59' (i.e. Jerusalén)	3	23%	0	0%	1	20%	2	28%	A19/ICN#130; A24/ICN#154; A26/ICN#4184;
25°-25°29' (i.e. Medina)	1	5%	0	0%	0	0%	3	43%	A24/ICN#154; A26/ICN#4184; A33/ICN#3552;
16° 27' (clima 1)	1	7%	1	100%	0	0%	0	0%	A1/ICN#4024;
23°16' (clima 2)	1	7%	1	100%	0	0%	0	0%	A1/ICN#4024;

El astrolabio A1 que no ha llegado a nosotros en su realidad material metálica sino dibujado en un manuscrito, incluye en las inscripciones de sus *láminas* latitudes que no corresponden a ciudades islámicas sino europeas pero que están grabadas allí porque representan a los climas 6 (45°) y 7 (48°). No se han incorporado a la tabla dado que es un caso puntual.

PARTE II: ASTROLABIOS DE LOS REINOS CRISTIANOS HISPANOS

6.- Presencia de NOMBRES DE CIUDADES PENINSULARES en las *láminas* de los astrolabios de reinos cristianos hispanos

La tabla recoge cuántos y cuáles de los astrolabios de los reinos hispanos catalogados llevan inscrito el nombre de alguna ciudad peninsular en alguna de sus *láminas*. Es muy escaso el número de ellos que llevan inscrito el nombre de una ciudad, lo más habitual es que sólo indiquen una latitud, y por eso el “total” de astrolabios al que aplica esta tabla es de 4. Sólo la ciudad de Barcelona aparece en 2 astrolabios, el resto responde a presencias únicas. Los periodos de tiempo indicados son los atribuidos a cada astrolabio en su ficha.

Ciudad	Total	s. X	s. XI-XII	s. XII-XIII	s. XIII-XIV	s. XIV-XV	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Barcelona	2	1			1		C1 / ICN #3042; C8 / ICN #416
Zaragoza	1			1			C6 / ICN #191
Valencia	1				1		C8 / ICN #416
Pamplona	1				1		C8 / ICN #416
Segovia	1				1		C8 / ICN #416
Córdoba	1				1		C9 / ICN #3915
Sevilla	1				1		C9 / ICN #3915

Aunque los números no son representativos, es destacable la presencia en las *láminas* del astrolabio C8 de las ciudades de Pamplona y Segovia que no se prodigan en otros ejemplares.

7.- Presencia de LATITUDES DE CIUDADES PENINSULARES en las *láminas* de los astrolabios de reinos cristianos hispanos

Esta tabla completa a la anterior pues recoge cuántos y cuáles de los astrolabios de los reinos hispanos catalogados llevan inscrito un valor de latitud correspondiente a alguna ciudad peninsular en alguna de sus *láminas*. Los periodos de tiempo indicados son los atribuidos a cada astrolabio en su ficha. El orden elegido es el de mayor a menor presencia respecto al valor “total” que son los 15 astrolabios catalogados.

Latitud	Total	% total	s. X	s. XI- XII	s. XII- XIII	s. XIII- XIV	s. XIV	s. XIV- XV	Astrolabios: nº catálogo / ICN
36° (clima 4) (i.e. Algeciras)	6	40%		2	1		3		C2/ICN #166; C4/ICN#161; C7/ICN #428; C11/ICN#2043; C13/ICN#3053; C14/ICN#158;
39°, 39°40' (i.e. Valencia)	6	40%	1		1	1	2	1	C1 / ICN #3042; C7/ICN #428; C10 / ICN #162; C13/ICN#3053; C14/ICN#158; C15 / ICN #2041;
40° (i.e. Toledo)	6	40%		1	1		3	1	C3 / ICN #300; C7/ICN #428; C12/ICN#4560; C13/ICN#3053; C14/ICN#158; C15 / ICN #2041
41° (clima 5) (i.e. Zaragoza)	6	40%		2		1	2	1	C2 / ICN #166; C4/ ICN#161; C10 / ICN #162; C13/ICN#3053; C14/ICN#158; C15 / ICN #2041
42° (i.e. Barcelona)	6	40%			1	1	4		C6 / ICN #191; C10 / ICN #162; C11 / ICN #2043; C12/ICN#4560; C13/ICN#3053; C14/ICN#158;
38°, 38°30' (i.e. Córdoba)	4	26%			1	1	1	1	C6/ICN #191; C10 / ICN #162; C11/ ICN #2043; C15/ICN#2041
43° (i. e. Pamplona, Gerona)	3	20%					2	1	C12/ICN#4560; C14/ICN#158; C15 / ICN #2041

Latitud	Total	% total	s. X	s. XI- XII	s. XII- XIII	s. XIII- XIV	s. XIV	s. XIV- XV	Astrolabios: nº catálogo / ICN
37° (i.e. Sevilla)	1	6%					1		C14/ICN#158;

La presencia de las latitudes 36° y 41° se justifican más por ser latitudes centrales de “climas” ptolemaicos que por las ciudades que ostentan esa latitud, pero las demás parecen referirse a las ciudades de Valencia, Toledo y Barcelona en las que se puede identificar interés por los astrolabios. En segundo lugar quedan Córdoba, Pamplona o Gerona y más residual, Sevilla. Agregando estos datos a los de la tabla previa, la de los nombres de ciudades, es Barcelona la más presente en las *láminas* de los astrolabios de los reinos cristianos hispanos que nos han llegado.

8.- Presencia de NOMBRES DE CIUDADES EUROPEAS O ISLAMICAS en las *láminas* de los astrolabios de reinos cristianos hispanos

La tabla recoge cuántos y cuáles de los astrolabios de los reinos hispanos catalogados llevan inscrito el nombre de alguna ciudad europea o islámica en alguna de sus *láminas*. Es muy escaso el número de ellos que llevan inscrito el nombre de una ciudad, lo más habitual es que sólo indiquen una latitud, y por eso el “total” de astrolabios al que aplica esta tabla es de 6.

Ciudad	Total	% total	s. X	s. XI-XII	s. XII-XIII	s. XIII-XIV	s. XIV	s. XIV-XV	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Jerusalén	2	33%				2			C8 / ICN #416; C9 / ICN #3915
París	2	33%			2				C6 / ICN #191; C7/ICN #428;
África	1	16%				1			C8 / ICN #416
Argel	1	16%					1		C12/ICN#4560;
Cairo	1	16%				1			C9 / ICN #3915
Ceuta	1	16%				1			C8 / ICN #416

Ciudad	Total	% total	s. X	s. XI-XII	s. XII-XIII	s. XIII-XIV	s. XIV	s. XIV-XV	Astrolabios: nº catálogo / ICN
Chartres	1	16%			1				C7/ICN #428;
Damieta	1	16%				1			C8 / ICN #416
Génova	1	16%				1			C8 / ICN #416
Macedonia	1	16%				1			C8 / ICN #416
Marrakech	1	16%				1			C9 / ICN #3915
Milán	1	16%				1			C8 / ICN #416
Roma	1	16%	1						C1 / ICN #3042;
Sens	1	16%			1				C7/ICN #428;
Sicilia	1	16%				1			C8 / ICN #416
Sijilmasa	1	16%				1			C9 / ICN #3915
Toulouse	1	16%			1				C7/ICN #428;
Trípoli	1	16%				1			C8 / ICN #416
Túnez	1	16%				1			C9 / ICN #3915

Es tan escasa la presencia de nombres de ciudades en las *láminas* de estos astrolabios que no se puede sacar ninguna conclusión de la tabla aunque el hecho de que sean Jerusalén y París las únicas ciudades que aparecen en dos astrolabios frente a todas las demás que sólo lo hacen en uno, resulta esperable.

6.- Presencia de LATITUDES DE CIUDADES EUROPEAS O ISLÁMICAS en las *láminas* de los astrolabios de los reinos cristianos

La tabla recoge el número de veces que aparece un valor de latitud asignable a cada ciudad en las *láminas* en las que no hay inscripción alfabética, sólo valor numérico. Primero se presentan los datos totales y luego desglosados por periodos cronológicos. Se identifican los astrolabios con su nº de catálogo y su indicador ICN. El orden elegido es de mayor a menor presencia. Los porcentajes se miden respecto al total de astrolabios de cada uno de los periodos.

Latitud	Total	% total	s. X	s. XI- XII	s. XII- XIII	s. XIII- XIV	s. XIV	s. XIV- XV	Astrolabios: nº catálogo / ICN
45° (clima 6)	9	60%	1	3	2		3		C1 / ICN #3042; C2 / ICN #166; C3/ICN#300; C4/ICN#161; C6 / ICN #191; C7/ICN#428; C11/ICN#2043; C12/ICN#4560; C13/ICN#3053
48° (clima 7), (i.e. París)	6	40%		3	1		1	1	C2/ ICN#166; C3/ICN #300; C4/ ICN#161; C6/ICN#191; C13/ICN#3053;C15/ICN #2041
30° (clima 3), (i.e. Cairo)	5	33%		3	1		1		C2 / ICN #166; C3 / ICN #300; C4/ ICN#161; C7/ICN#428; C13/ICN#3053
23° - 24° (clima 2) (i.e. Medina)	4	26%		3	1				C2 / ICN #166; C3 / ICN #300; C4/ICN#161;C7/ICN#428
32°, 32°30' (i.e. Jerusalén)	3	20%			1	1	1		C7/ICN #428; C10 / ICN #162; C12/ICN#4560
33° (i.e. Bagdad)	3	20%			1		2		C7/ICN #428; C11 / ICN #2043; C14/ICN#158
35° (i.e. Ceuta)	3	20%		1			1	1	C3 / ICN #300; C14/ICN#158;C15 / ICN #2041
46°	3	20%			2	1			C6 / ICN #191; C7/ICN #428; C8 / ICN #416
47° - 47°30' (i. e. Dijon)	3	20%	1		2				C1 / ICN #3042; C6 / ICN #191; C7/ICN #428
44° (i.e. Génova, Montpellier)	2	13%			1			1	C7/ICN #428; C15 / ICN #2041

Latitud	Total	% total	s. X	s. XI- XII	s. XII- XIII	s. XIII- XIV	s. XIV	s. XIV- XV	Astrolabios: nº catálogo / ICN
50°	2	13%			1			1	C6/ICN #191; C15 / ICN #2041
55°	2	13%		1	1				C3 / ICN #300; C6/ICN #191
12 ° (clima 1)	1	6%		1					C2 / ICN #166
15°	1	6%			1				C7/ICN #428
22° (i.e. Meca)	1	6%						1	C15 / ICN #2041
31° (i.e. Marrakech)	1	6%						1	C15 / ICN #2041
49°- 49° 30'	1	6%			1	1			C6/ICN #191; C12/ICN#4560
51° (i.e. Londres)	1	6%						1	C15/ ICN #2041
57°	1	6%			1				C6/ICN #191
58°	1	6%			1				C6/ICN #191
60°	1	6%		1					C3 / ICN #300

Esta última tabla pone de manifiesto que son las latitudes de los “climas” ptolemaicos las que más se incorporan a las *láminas* de los astrolabios atribuibles a los reinos cristianos hispanos y que no es la ciudad que ostenta esa latitud el objetivo de la selección de ese valor. El “clima” sexto que cubre el norte de la península Ibérica y la mitad sur de Francia con su valor central en 45° es el más repetido en este conjunto de astrolabios del catálogo.

ANEXO 3: TABLA-RESUMEN TRATADOS DEL ASTROLABIO EN AL-ANDALUS Y REINOS CRISTIANOS

a) TRATADOS DEL ASTROLABIO EN AL-ANDALUS

Autor	Título	Fecha	A destacar
Qāsim ibn Muṭarrif al-Qaṭṭān	<i>Kitāb al-hay'a</i> (Libro de astronomía)	300H/ 912-913	Contiene una tabla con 16 estrellas titulada: <i>Sobre la denominación de las estrellas de mayor magnitud, sus arcos que se encuentran en el astrolabio y el arco nocturno.</i>
Maslama al-Maʿrīfī (m.398 H / 1007-1008)	<i>Estrellas empleadas en la araña del astrolabio.</i> BNF Ms Arabe 4821, ff.76r-81v	Final 368H /979	Esta tabla de estrellas influyó en los tratados del astrolabio de sus discípulos, en toda la producción astrolabista andalusí y en las traducciones al latín y a lenguas vernáculas de los tratados del astrolabio andalusíes.
Aḥmad ibn al-Ṣaffār (m.426H/1035) Hermano del autor de astrolabios A3 y A4	<i>Kitāb al-ʿamal bi-l-aṣṭurlāb wa ḍikr ālātihi wa aẓẓāʾihi</i> (Libro del uso del astrolabio con una explicación de sus piezas y partes)	No está fechado	-1ª traducción al latín: Juan de Sevilla o Johannes Hispalensis (fl.1133-1142) -2ª traducción al latín: Platón de Tívoli (activo 1133-1145) en colaboración con Abraham bar Hiyya de Barcelona (m. ca. 1136 ó 1145) - Traducción al hebreo: Profeít Tibbon (ca. 1236-1304) - Traducción al latín de Juan de Sevilla usada por Pélerin de Prusse para la 1ª traducción al francés en 1362 y por Geoffrey Chaucer para la 1ª traducción al inglés en 1391.
Ibn al Samḥ (368-426H/979-1035)	<i>Kitāb al-ʿamal bi-l-aṣṭurlāb</i> (Libro del uso del astrolabio)	No está fechado	-Sólo nos ha llegado un manuscrito en árabe -No nos ha llegado ninguna traducción
Ibrahīm al-Zarqālluh (Azarquiel) (420H-493H/1029-1100)	Tratados de a las <i>azafeas zarqāliyya</i> y <i>šakkāziyya</i> El primero dedicado al rey al-Maʿmūn de Toledo y el segundo al rey al-Muʿtamid de Sevilla	440H/ 1048- 1049 (el primero)	-Sólo nos han llegado las partes dedicadas al uso de la <i>azafea</i> en la versión original en árabe -Traducción al castellano en 1278 en el <i>scriptorium</i> de Alfonso X el Sabio con el título de <i>Libro de la Azafeha</i> . una de las 16 partes del <i>Libro del Saber de Astrología</i> . - Traducción al latín por Giovanni de Brescia en la universidad de Montpellier en 1263 -Reinterpretación del tratado de la <i>azafea zarqāliyya</i> por el astrónomo holandés Regnier Gemma Frisius (1508-1554) en su obra <i>De astrolabio catholico liber</i> (Lovaina, 1550). -Incorporación de los fundamentos matemáticos de la <i>azafea zarqāliyya</i> , por el astrónomo español Juan de Rojas, en su obra <i>Commentarium in astrolabium quod planisphaerium vocant</i> escrita en 1550.
ʿAlī ibn Jalaf (activo en 1068)	<i>Al-aṣṭurlāb al-maʿmūnī</i>	464H/1071-1072	-No nos ha llegado el texto original en árabe.

Autor	Título	Fecha	A destacar
	(El astrolabio mamuní: lámina universal)		- Traducción al castellano en 1278 en el <i>scriptorium</i> de Alfonso X <i>el Sabio</i> con el título <i>Libro de la Lámina</i> , una de las 16 partes del <i>Libro del Saber de Astrología</i> . -Comentario detallado sobre el mismo en el tratado de instrumentos astronómicos de Naym al-Dīn al-Misrī (fl.en Cairo y Alepo ca. 1325-1340) -Sus características están incluidas en <i>The Mathematical Jewel</i> del matemático inglés John Blagrove (m. 1611).
Abū-l-Ṣalt al-Dānī (460H-529H/ 1068-1134)	<i>Risāla ft-l- ‘amal bi-l-aṣṭurlāb</i> (Epístola sobre el uso del astrolabio)	503H/ 1109- 1110	-Escrito durante su cautiverio en el Cairo. -Tratado del astrolabio andalusí que más se conoció en Oriente e introdujo allí el calendario zodiacal, un elemento identificativo de los <i>dorsos</i> de los astrolabios andalusíes que sólo se implementó en astrolabios islámicos orientales a partir del siglo XIII.
Ibn al-Naṭṭāḥ (activo 1230)	Tratado del Astrolabio	ca. 1230	Texto de poca calidad que hace dudar que su autor fuera un astrónomo competente. El único interés del tratado es que ofrece datos sobre las <i>quiblas</i> de las mezquitas andalusíes
Al-Ḥusayn ibn Bāṣo (m. 716H/1316-17).	<i>Risālat al-saḥīḥa al yāmiā li-yāmi al-urūd</i> (Tratado sobre la Lámina General para todas las Latitudes)	673H/ 1274- 1275	-Síntesis de los instrumentos universales inventados en al-Andalus en el siglo XI, las <i>azafeas</i> de Ibn al-Zarqālluh y la <i>lámina universal</i> de ‘Alī ibn Jalaf, además de la <i>ṣaḥīḥa al-āfāqiyya</i> (<i>lámina de horizontes</i>) del astrónomo y matemático abasí Ḥābaš al-Ḥāsib (m. ca. 864). -Parte de su contenido se incorporó al tratado sobre instrumentos astronómicos que escribió Naʿīm al-Dīn al-Misrī (fl.en Cairo y Alepo ca. 1325-1340). -Sus características se incluyeron en el tratado del astrolabio de Jean de Lignères (astrónomo de la escuela de París en el siglo XIV) y del astrónomo alemán Johannes Schöner Regiomontanus en su tratado de 1534.

b) TRATADOS DEL ASTROLABIO DE AUTOR HISPANO EN LOS REINOS CRISTIANOS DE LA ESPAÑA MEDIEVAL

Autor	Título	Fecha	A destacar
Lupitus Barchinonensis / Sunifredo Llobet (fl. 973-997)	<i>Sententiae Astrolabii</i> (atribuido)	ca. 978- 995	- El más antiguo de los tratados del astrolabio en latín. Parte del llamado <i>viejo corpus</i> . -Conservado en: Ms. Ripoll 225 del Archivo de la Corona de Aragón (ACA), el Ms. Lat. 7412 de la Biblioteca Nacional de Francia (BNF), el Ms Chartres 214 (manuscrito destruido en 1944) y British Museum Ms Old Royal 15B.IX. -Traducción de partes del tratado del astrolabio de al-Jwārizmī, partes del <i>Planisphaerium</i> de Ptolomeo según la recensión que hizo Maslama al Maʿrītī en Córdoba, partes del

Autor	Título	Fecha	A destacar
			tratado de al-Battānī y partes que provienen de la observación directa de un astrolabio andalusí.
Juan de Sevilla o Johannes Hispalensis (activo 1133-1142)	Libro del uso del astrolabio	ca. 1135	- Primera traducción al latín del tratado de Aḥmad ibn al-Šaffār
Abraham bar Ḥiyya de Barcelona (ca. 1065- ca. 1136 ó 1145)	Libro del uso del astrolabio	ca. 1135	-Segunda traducción al latín del tratado de Aḥmad ibn al-Šaffār, realizada en colaboración con Plato de Tívoli
Abraham ben ‘Ezra de Tudela (1092-1167)	<i>Keli ha-Nehoshet</i> (El instrumento de cobre)	ca. 1160	-Escrito cuando el autor viajó a Inglaterra entre 1158 y 1161 -Traducido del hebreo al latín por el propio autor en 1160
Alfonso X el Sabio y Rabbi Iṣḥāq ben Sīd (Rabiḥag de Toledo)	Libro del Astrolabio Redondo	1278	-Traducción y adaptación del tratado del astrolabio de Ibn al-Samḥ realizado por Rabiḥag, colaborador judío del rey
Alfonso X el Sabio y Rabbi Iṣḥāq ben Sīd (Rabiḥag de Toledo)	Libro del Astrolabio Llano	1278	-Traducción de varias fuentes andalusíes y de otras partes del Islam realizada por Rabiḥag de Toledo, colaborador judío del rey
Alfonso X el Sabio y Rabbi Iṣḥāq ben Sīd (Rabiḥag de Toledo)	Libro de la Lámina	1278	-La parte que explica los usos es traducción del tratado de la <i>lámina universal</i> de ‘Alī ibn Jalaf -La parte que describe el instrumento es original de Rabiḥag de Toledo, colaborador judío del rey.
Alfonso X el Sabio, Fernando de Toledo y Abraham de Toledo	Libro de la Aḥafeha	1278	-Fernando de Toledo realizó la primera traducción del tratado de la <i>azafea zarqāliyya</i> de Azarquiel en 1255-56. -Abraham de Toledo mejoró el texto a petición de Alfonso X realizando la versión definitiva.
Jacob ben Abraham Abū Isaac al-Corsí de Sevilla	Sobre el Astrolabio	1376	-Escribió su tratado en árabe en Sevilla y él mismo lo tradujo al hebreo en 1378 al viajar a Barcelona a requerimiento del rey Pedro IV el <i>Ceremonioso</i> para participar en la elaboración de las <i>Tablas de Barcelona</i> . - El tratado incluye una lista de 21 estrellas con sus nombres y coordenadas.

ANEXO 4: GLOSARIO DE TÉRMINOS ASTRONÓMICOS Y MATEMÁTICOS QUE APARECEN EN EL TEXTO

1. **Almicantares o curvas almicantares** (también se les puede llamar almucantarates, almicantarates o almucantarats).

Son circunferencias de igual *altura* (para concepto de *altura* ver “coordenadas celestes”) en la esfera celeste paralelas a la circunferencia del horizonte del observador. En otras palabras, son a la esfera celeste lo que los paralelos son a la esfera terrestre pero desde un punto de observación cualquiera sobre la superficie de la Tierra y por tanto dependientes de la latitud del observador. Dos objetos celestes situados a la misma *altura* sobre el horizonte para un cierto observador, estarán en el mismo *almicantar* para la latitud de ese observador.

2. Ascensión Recta (RA = Right Ascension)

Es una de las coordenadas celestes ecuatoriales (ver tabla explicativa en “coordenadas celestes”) y es equivalente a la longitud terrestre pero medida en la bóveda celeste y respecto al Punto Aries en lugar del meridiano de Greenwich. La Ascensión Recta es la coordenada que se ha elegido para ordenar los punteros estelares de las *arañas* de los astrolabios del catálogo.

En la Edad Media no se había definido aún esta coordenada y en su lugar se utilizaba la “mediación” que se define como el grado del zodiaco que pasa por el meridiano al mismo tiempo que la estrella en cuestión o lo que es lo mismo, el grado del zodiaco que tiene la misma Ascensión Recta que la estrella. La mediación se mide en grados del signo del zodiaco (ej. 15° Cáncer), siendo siempre menor a 30 puesto que cada signo tiene asignados 30° en la eclíptica.

3. Ciclo metónico

La elaboración de calendarios precisa de la identificación de parámetros astronómicos cíclicos por encima del “año”. En la Edad Media se usaron sobre todo dos ciclos: el solar y el metónico. El ciclo metónico pone en relación el calendario solar y el lunar y se basa en la equivalencia entre 19 años solares y 235 meses lunares. Lo introdujo Metón, astrónomo griego, en el año 432 a.C. Al cabo de 19 años solares, al comparar dos fechas del calendario solar coinciden sus respectivas fases de la luna, es decir que si el 1 de enero la luna está en cuarto creciente, el 1 de enero de 19 años después también estará en esa fase. Conviene recordar que los años lunares son unos de 12 meses y otros de 13 de modo que en los calendarios lunares babilónico y hebreo los años 3, 6, 8, 11, 14, 17 y 19 del ciclo metónico son años de trece meses y el resto son de 12 meses. El ciclo lunisolar de 19 años fue el fundamento de los calendarios judío y cristiano pues resolvía el problema de fijar las fechas de las lunas nuevas con fines religiosos.

4. Ciclo solar

La elaboración de calendarios precisa de la identificación de parámetros astronómicos cíclicos por encima del “año”. De los varios ciclos usados en la Edad Media (i.e. solar y metónico) el que se incorpora a muchos de los astrolabios es el “ciclo solar”. Un “ciclo solar” equivale a 28 años porque cada 28 años, el día de la semana en que cae cualquier día del año, se repite. Es decir, si por ejemplo el 1 de abril del año 1° del ciclo cae en lunes, el 1 de abril del año 29° (1° del siguiente ciclo) también caerá en lunes. Esta circunstancia permitió elaborar los llamados calendarios perpetuos, muy apreciados en la Edad Media.

5. Climas ptolemaicos

El sistema de los “climas” define las latitudes en términos de la duración del día con más horas de luz. Tuvo su origen en la Antigüedad, lo recogió Ptolomeo en sus textos y pasó a los reinos cristianos a través de Macrobio y otros enciclopedistas medievales. Las siete “bandas horizontales de los climas” cubren la mayor parte del África Mediterránea y Oriente Medio así como buena parte de Europa. Tanto los textos geográficos medievales latinos como los islámicos suelen recoger y describir los lugares adscritos a cada “clima” pues esa división del territorio en bandas permitía ordenar los relatos.⁴⁴³

⁴⁴³ Una interesante aproximación a la geografía física y política del mundo “clima” a “clima” en IBN JALDUN (1977), pp. 168-174 [primer clima], 174-176 [segundo clima], 176-184 [tercer clima], 184-192 [cuarto clima], 192-198 [quinto clima], 198-201 [sexto clima] y 201-203 [séptimo clima].

Cada uno de los siete “climas” tiene asociada una banda de latitud, con un valor inferior, uno superior y el consiguiente valor medio, como sigue:

Clima \ Latitud	I	II	III	IV	V	VI	VII
Inferior	12°30'	20°	27°	33°	38°30'	43°	47°
Media	16°	24°	30°	36°	41°	45°	48°
Superior	20°	27°	33°	38°30'	43°	47°	50°

6. Coordenadas celestes

Del mismo modo que está establecido un sistema de coordenadas sobre la superficie curva de la esfera terrestre (latitud y longitud) para identificar de forma exacta cualquier posición geográfica, así se ha hecho también en la esfera celeste para ubicar la posición de los astros. Del sistema de coordenadas terrestre deriva una familia de curvas (paralelos – curvas de igual latitud y meridianos – curvas de igual longitud) que se representan tanto en los globos terráneos como en los mapas bidimensionales. Lo mismo ocurre en las representaciones de la esfera celeste con una complejidad algo mayor porque existen tres sistemas de coordenadas celestes frente a solo uno para las terrestres.

Los tres sistemas son:

- coordenadas celestes horizontales
- coordenadas celestes ecuatoriales
- coordenadas celestes eclípticas

Para poder fijar coordenadas en la esfera celeste, es necesario fijar planos de referencia:

- El horizonte del observador es el plano de referencia de las coordenadas horizontales. El punto sobre la cabeza del observador es el zénit. A partir del zénit y hacia el horizonte se trazan las circunferencias paralelas llamadas curvas *almicantares*, cada una de ellas con una *altura* (arco hasta el horizonte). Los semicírculos que pasan por el zénit y bajan al horizonte se llaman curvas *acimutales* o *verticales*, cada una de ellas con un *azimut*. El punto de referencia para la medida del *azimut* es el sur.
- El ecuador celeste (extensión del ecuador terrestre) es el plano de referencia de las coordenadas ecuatoriales. En este caso las coordenadas son la *declinación* (arco hasta el ecuador) y la *Ascensión Recta* (arco hasta el Punto Aries). Las curvas paralelas al ecuador se llaman, como en las coordenadas terrestres, paralelos y las ortogonales a éstas, meridianos.
- El plano de la eclíptica (trayectoria de la Tierra en torno al Sol) es el plano de referencia de las coordenadas eclípticas. Las coordenadas son la *latitud celeste* (arco hasta la eclíptica) y la *longitud celeste* (arco hasta el Punto Aries) y las curvas son los círculos de latitud celeste y los círculos de longitud celeste.

El primero es el más intuitivo y depende de la latitud del lugar de observación. Los otros dos son universales, es decir no dependen del lugar de observación sobre la superficie de la Tierra. El sistema de coordenadas horizontales forma el gran conjunto de curvas grabadas en las *láminas* del astrolabio. Los tres círculos concéntricos (los dos trópicos y el ecuador) grabados en las *láminas* pertenecen al sistema de coordenadas ecuatoriales. El sistema de coordenadas eclípticas se hace patente en la *araña* del astrolabio.

El siguiente cuadro recoge los aspectos básicos de cada uno de los 3 sistemas de coordenadas celestes:

	COORDENADAS HORIZONTALES	COORDENADAS ECUATORIALES	COORDENADAS ECLÍPTICAS
Plano fundamental	Plano del horizonte local	Plano del ecuador	Plano de la eclíptica (trayectoria de la Tierra en torno al Sol)
Eje vertical del sistema de coordenadas	Línea vertical local (perpendicular al horizonte)	Prolongación del eje de rotación de la Tierra a la esfera celeste	Línea vertical al plano de la eclíptica
Polos (extremos del eje)	Zénit (sobre la cabeza) y Nadir (bajo los pies)	Norte y Sur del eje celeste	Norte y Sur del eje de la eclíptica

Coordenadas (todas se miden en grados, minutos y segundos excepto la Ascensión Recta que se mide en horas, minutos y segundos)	Altura (ángulo sobre el horizonte) Azimut (ángulo hasta el punto sur del horizonte)	Declinación (similar a la latitud terrestre pero en el cielo y respecto al ecuador celeste) Ascensión Recta (similar a la longitud terrestre pero en el cielo y respecto al punto Aries)	Latitud celeste (similar a la latitud terrestre pero en el cielo y respecto al plano de la eclíptica) Longitud celeste (similar a la longitud terrestre pero en el cielo y respecto al Punto Aries)
Curvas de posición	Almicantares (curvas de igual Altura) Azimutales (curvas de igual Azimut)	Paralelos celestes (curvas de igual Declinación) Meridianos celestes (curvas de igual Ascensión Recta)	Círculos de latitud celeste Círculos de longitud celeste

Hoy hay establecidas fórmulas de conversión de un sistema de coordenadas a otro. Una de las grandezas del astrolabio es que el instrumento hace convivir los tres sistemas de coordenadas de forma impecable permitiendo hacer medidas con precisiones por debajo de 1 minuto de grado. Desde la antigüedad, las posiciones de las estrellas en el cielo se daban en coordenadas eclípticas, es decir en latitud y longitud celestes pues se tomaban siempre como referencia las constelaciones del Zodiaco y por tanto la eclíptica. El punto de origen de las medidas es el punto Aries.

7. Curvas azimutales

Son curvas de igual *azimut* (para *azimut* ver “coordenadas celestes”) que cortan perpendicularmente a las curvas almicantares completando con ellas el sistema de coordenadas horizontales, el más intuitivo y referido al observador. Las curvas azimutales son a la esfera celeste lo que los meridianos son a la terrestre pero dependientes de la latitud del observador.

8. Eclíptica

Es realmente la trayectoria de la Tierra en torno al Sol lo cual, desde la perspectiva de la astronomía islámica medieval, era equivalente a la trayectoria aparente que traza el sol en su movimiento en el cielo siguiendo el camino de las constelaciones del Zodiaco. La eclíptica siempre se representa como una circunferencia con los 12 signos del Zodiaco grabados en ella.

9. Equinoccio

Es el momento del año en que el día dura lo mismo que la noche (12 horas cada uno). Hay dos equinoccios, el de primavera y el de otoño. El punto de la órbita terrestre en que se produce uno de los dos equinoccios se llama “punto equinoccial”. El punto equinoccial de la primavera se llama “punto Aries” y el punto equinoccial del otoño se llama “punto Libra”.

10. Excentricidad de la eclíptica

La trayectoria de la Tierra en torno al sol no es una circunferencia sino una elipse. Se llama excentricidad de una elipse al parámetro que mide su desviación respecto de la circunferencia (es decir si la excentricidad de una elipse se aproxima a cero es casi una circunferencia). Este parámetro lo estableció ya Claudio Ptolomeo (s. II d.C). La excentricidad de la órbita terrestre en torno al sol, es decir de la eclíptica, es 0,017.

11. Horas desiguales o temporales / Horas iguales o equinocciales

En las edades Antigua y Media convivieron dos modos de medir las horas aunque el más utilizado fue el de las “horas desiguales”. Una “hora desigual” es la duodécima parte del periodo de luz solar de cada día del año. Teniendo en cuenta que, para latitudes alejadas del ecuador terrestre, la duración del día y de la noche sólo es la misma en el equinoccio de primavera y el de otoño, la duración de cada una de esas horas es distinta cuando está el sol sobre el horizonte o cuando no lo está y asimismo es distinta cada día del año. Por eso se llaman “horas desiguales”, porque su duración es variable. Un día tiene siempre 24 “horas desiguales”, 12 diurnas y 12 nocturnas, pero distintas entre sí. El origen de las “horas desiguales” es egipcio.

Por el contrario las “horas iguales” son las que conocemos hoy, todas tienen una duración idéntica de 60 minutos, independientemente del día del año o de la parte del día considerado y su origen es babilonio. Una “hora igual o equinoccial” es la vigesimocuarta parte del día y en la Edad Media eran de uso astronómico y normalmente no se marcaban en el astrolabio aunque corresponden a 15° de la graduación de la *corona* de la *madre*. Fue a partir del invento del reloj mecánico en el siglo XIII y su implantación en torres de edificios civiles y religiosos que empezaron a convivir las “horas iguales” y las “desiguales” y así se observa en los astrolabios que a veces marcan las “horas iguales de 1 a 24 en el borde exterior de la corona.

12.Línea equinoccial

Línea imaginaria que une el Punto Aries y el Punto Libra sobre la eclíptica o, lo que es lo mismo, es la línea que une los puntos de la eclíptica del equinoccio de primavera y del equinoccio de otoño.

13.Línea solsticial

Línea imaginaria perpendicular a la línea equinoccial y que une los puntos de la eclíptica correspondientes al solsticio de verano y el de invierno.

14.Proyección de una esfera sobre un plano

Es el resultado de transportar cada uno de los puntos de la esfera a un plano desde un determinado punto de mira situado en una recta perpendicular a dicho plano. Si el punto de mira es el centro de la esfera, la proyección se llama *centrográfica*. Si el punto de mira está situado en la superficie de la esfera, se llamará *proyección estereográfica* (se usa en las *láminas* de los astrolabios). Si el punto de mira está situado a distancia infinita de la superficie de la esfera, se llamará *proyección ortográfica* (se usa en el *dorso* de las azafeas).

15.Proyección estereográfica de la esfera celeste

Es la más frecuente en los astrolabios y toma como plano de proyección el ecuador de la esfera celeste. Las dos propiedades fundamentales de toda *proyección estereográfica* son:

- *Conservación de los ángulos*: el ángulo formado por dos segmentos curvos que se cortan sobre la superficie de la esfera es igual a su correspondiente ángulo proyectado. Esto permite sustituir los complejos cálculos con ángulos curvos de la esfera celeste por simples cálculos trigonométricos en el plano proyectado, sin perder precisión.
- *Conservación de los círculos*: cualquier círculo definido sobre la superficie de la esfera se proyecta conservando su forma de círculo. Esto sólo ocurre en este tipo de proyección. Por eso todas las curvas grabadas en las *láminas* de un astrolabio son circunferencias o partes de circunferencias, no hay elipses, ni parábolas, ni ningún otro tipo de curvas. [Ver *curvas almicantarates* y *curvas acimutales*].



16.Punto Aries

Es la intersección del plano de la eclíptica y del ecuador celeste y marca el momento en que se inicia la primavera, es por tanto el punto en el que se produce el equinoccio de primavera. La línea imaginaria que une este punto con el opuesto en la eclíptica (es decir con el equinoccio de otoño) es la *línea equinoccial*. Perpendicular a ella está la *línea solsticial* que uno los solsticios de verano e invierno. El punto Aries es el punto de referencia para las medidas de las coordenadas ecuatoriales y eclípticas (como lo es Greenwich para las coordenadas terrestres).

17.Solsticio

Es el momento del año en que el día o la noche alcanzan su máxima duración. Cuando el día es el más largo estamos en el solsticio de verano y cuando lo es la noche en el solsticio de invierno. Los puntos de la órbita terrestre en torno al sol en que tienen lugar los solsticios se llaman “puntos solsticiales”. El punto solsticial de verano es el “punto Cáncer” y el punto solsticial de invierno es el “punto Capricornio”.

18.Tangente y cotangente

Sin entrar en las definiciones de estas dos funciones trigonométricas, su mención en el texto se relaciona con la capacidad del astrolabio para medir alturas de edificios, montañas,... y distancias a los mismos

que no se puedan medir con una cinta métrica (por haber obstáculos geográficos, por ejemplo un río, un barranco,...). La tangente es una función que se relaciona con el cateto opuesto a un ángulo agudo y la cotangente con el cateto adyacente y por tanto la tangente nos dará la altura del objeto a medir y la cotangente su distancia al observador.

19. Zenit

Es el punto de la bóveda celeste situado en la vertical sobre el observador.

ANEXO 5: NUMERACIÓN *ABŶAD* EN ASTROLABIOS ANDALUSÍES

Nº	<i>ABŶAD</i> en al-Andalus	<i>ABŶAD</i> en el Norte de África	<i>ABŶAD</i> en Islam Oriental
1		ا	
2		ب	
3		ج	
4		د	
5		ه	
6		و	
7		ز	
8		ح	
9		ط	
10		ي	
20		ك	
30		ل	
40		م	
50		ن	
60	ص		س
70		ع	
80		ف	
90	ض		ص
100		ق	
200		ر	
300	س		ش
400		ت	
500		ث	
600		خ	
700		ذ	
800	ش	ظ	ض
900	ظ	غ	ظ
1000	غ	ش	غ

ANEXO 6: TABLA DE TRANSLITERACIÓN DEL ÁRABE AL ESPAÑOL UTILIZADA EN LA TESIS

TRANSCRIPCIÓN DE LA GRAFÍA ÁRABE AL ESPAÑOL

Consonantes	
ا	(soporte)
ب	b (B)
ت	t (T)
ث	ṭ (Ṭ)
ج	ġ (Ġ)
ح	ḥ (Ḥ)
خ	j (J)
د	d (D)
ذ	ḏ (Ḍ)
ر	r (R)
ز	z (Z)
س	s (S)
ش	š (Š)
ص	ṣ (Ṣ)

Consonantes	
ض	ḍ (Ḍ)
ط	ṭ (Ṭ)
ظ	ẓ (Ẓ)
ع	‘
غ	g (G)
ف	f (F)
ق	q (Q)
ك	k (K)
ل	l (L)
م	m (M)
ن	n (N)
ه	h (H)
و	w (W)
ي	y (Y)

Vocales cortas	
ا	a (A)
ي	i (I)
و	u (U)
Vocales largas	
ا	ā (Ā)
ي	ī (Ī)
و	ū (Ū)
Hamza	
ء	‘
أ	‘
إ	‘
ؤ	‘
ئ	‘
Tanwin	
َ	
ِ	
ُ	
Diptongos	
يَ	ay
وَ	aw
Otras letras	
آ	
ى	à
ة	a / at

Aclaraciones

- Hamza (ء) inicial no se transcribe
- Ta marbuta (ة):
 - a (en estado absoluto)
 - at (en estado constructo)
- Artículo:
 - al- (aun ante solares)
 - -l- (precedido de palabra terminada en vocal)
- Shadda (ّ): no se dobla la letra en la transcripción

ANEXO 7: ANALISIS METÁLICOS REALIZADOS A ASTROLABIOS DEL CATÁLOGO

1.- Introducción

De los 59 astrolabios del catálogo, sólo cinco han sido sometidos a análisis metálicos para conocer la composición del latón utilizado para su manufactura, tres andalusíes y dos de los reinos cristianos hispanos:

- Astrolabio de Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī conservado en el Museo Arqueológico Nacional (ver ficha A6 y en concreto su punto 5 con los resultados del análisis).⁴⁴⁴
- Astrolabio de Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš conservado en el Germanisches Nationalmuseum de Núremberg (ver ficha A10 y en concreto su punto 5 con los resultados del análisis).⁴⁴⁵
- Astrolabio de Muḥammad ibn Zāwal conservado en el Museo Arqueológico y Etnológico de Granada (ver ficha A34 y en concreto su punto 5 con los resultados del análisis).⁴⁴⁶
- Astrolabio “Destombes”, el más antiguo de los astrolabios con inscripciones en latín, de autor anónimo y conservado en Instituto del Mundo Árabe de París (ver ficha C1 y en concreto su punto 5 con los resultados del análisis).⁴⁴⁷
- Astrolabio de Petrus Raimundi conservado en el Museo de Bellas Artes de Boston (ver ficha C13 y en concreto su punto 5 con los resultados del análisis).⁴⁴⁸

Los cinco han sido sometidos a la prueba más habitual que se realiza a una aleación metálica para conocer su composición: la fluorescencia de Rayos X (XRF = X-Ray Fluorescence). La fluorescencia de Rayos X es una prueba sencilla de ejecutar y de bajo coste que permite medir la composición metálica sólo en la superficie de la muestra y ha demostrado su eficacia en el estudio de aleaciones como el latón. Al medir sólo en superficie y no en el interior de la muestra, cualquier fenómeno de corrosión superficial o de suciedad puede distorsionar los resultados obtenidos con este método. La solución a este problema es limpiar bien la superficie con sustancias neutras que no contaminen los resultados y hacer las medidas en varias partes del objeto para minimizar los errores.⁴⁴⁹ Otra limitación de este método es que las superficies de los latones pierden zinc a lo largo del tiempo y las medidas obtenidas pueden no responder a cómo fue la aleación utilizada.⁴⁵⁰

⁴⁴⁴ Mi agradecimiento al Dr. Ignacio Montero del CSIC por su generosidad en realizar este análisis de forma gratuita y por facilitarme el informe completo con los resultados del análisis. Gracias también a la Dra. Ángela Franco y a Isabel Arias del Museo Arqueológico Nacional por impulsar y facilitar la realización de las pruebas.

⁴⁴⁵ Mi agradecimiento a Roland Schewe del Germanisches Nationalmuseum Nuremberg por facilitarme el informe completo de los análisis durante mi sesión de trabajo con el astrolabio.

⁴⁴⁶ Estudio publicado en 1990 [ver MENDOZA EGUARAS (1990)].

⁴⁴⁷ Estudio publicado en 1995 [ver GRATUZE y BARRANDON (1995)].

⁴⁴⁸ Mi agradecimiento a Abigail Hykin (curator), Michele Derrick (associate research scientist) y Rebecca Tilles (curatorial research fellow) del M° de Bellas Artes de Boston por facilitarme el informe completo de este análisis.

⁴⁴⁹ NOTIS y NEWBURY (2013). Interesante estudio comparando las técnicas por difracción de rayos X en sincrotrón y las de fluorescencia de rayos X realizadas a un conjunto de 40 astrolabios.

⁴⁵⁰ PINGREE (2009), p. 255.

Hay otros tipos de pruebas, también mediante técnicas de Rayos X, que permiten obtener más información sobre la estructura interna del latón de modo que se minimizan los posibles errores del método más frecuente, el de la Fluorescencia de Rayos X. Esos métodos son:⁴⁵¹

- XRD (Difracción de Rayos X): en este caso, los Rayos X atraviesan toda la muestra y se difractan al encontrar los microcristales del metal. Este método informa de toda la composición de la aleación y además detecta si las orientaciones de los microcristales, que deben ser aleatorias si se han trabajado con medios manuales, tiene alguna dirección predominante debido a haber sido sometido a altas presiones en un proceso de laminación por rodillos, técnica que no se utilizó hasta el s. XVIII. Si la aleación muestra muchos microcristales en la misma dirección entonces el astrolabio no puede ser anterior al siglo XVIII.
- Radiografía de Rayos X de alta energía generados en un sincrotrón: aunque este método no es el ideal para usarlo con aleaciones metálicas, permite detectar si el grosor de las piezas es totalmente uniforme, algo que sólo se puede conseguir con laminados industriales.

Aunque hay astrolabios a los que se ha sometido a estos dos tipos de análisis, ninguno es andalusí o de los reinos cristianos hispanos.

En el caso del astrolabio “Destombes” (ficha C1) y debido a las dudas sobre su autenticidad se decidió someterlo a una batería adicional de pruebas que no se quedara sólo en el análisis de la superficie, sino que midiera la composición interior. Los análisis metalográficos tradicionales realizados por procesos químicos son destructivos y obligan a extraer muestras de las distintas partes del astrolabio. Este instrumento no tiene ninguna parte de la que se pueda extraer una muestra sin dañarlo y por tanto se descartaron. Los métodos más precisos para analizar aleaciones en profundidad son los análisis nucleares realizados en un sincrotrón, que no alteran la materialidad del astrolabio y esos fueron los que se realizaron al astrolabio “Destombes” en el CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) en su centro de Orleans. Se le sometió a tres técnicas de pruebas nucleares:⁴⁵²

- Técnica PIXE: Proton Induced X-ray Emission (medida de la emisión de rayos X inducida por protones)
- Técnica PAA: Proton Activation Analysis (análisis mediante activación protónica)
- Técnica FNAA: Fast Neutron Activation Analysis (análisis mediante la activación de neutrones rápidos en un ciclotrón).

Los resultados obtenidos en esta exhaustiva batería de pruebas permitieron confirmar la autenticidad del astrolabio y proponer una datación de finales del siglo X.

2.- Resultados de los análisis metálicos por XRF de los cinco astrolabios indicados

⁴⁵¹ PINGREE (2009), p. 255

⁴⁵² GRATUZE y BARRANDON (1995), pp. 433-438.

Se presenta, para cada caso, la institución que realizó la prueba, el equipo utilizado y la tabla de resultados. Quede aquí patente de nuevo mi agradecimiento al Dr. Ignacio Montero Ruiz del CSIC por su generosidad y disposición para realizar las pruebas del astrolabio taifa del MAN y facilitarme los resultados ya procesados. También agradezco mucho que el Germanisches Nationalmuseum de Núremberg y el Museo de Bellas Artes de Boston me permitieran acceder a los informes de los análisis por XRF. Mi deseo es que el resto de instituciones que cuentan con astrolabios andalusíes o hispanos medievales, atiendan a la petición que les hice de que realizaran análisis similares para contar con un número suficiente de datos para poder abordar estudios comparativos con un mínimo valor estadístico.

2.1.- Astrolabio de Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī conservado en el Museo Arqueológico Nacional (ficha A6)

El análisis para conocer la composición del metal se realizó el 15 de abril de 2012 por el Dr. Ignacio Montero Ruiz, Investigador Científico del CCHS-CSIC en los laboratorios del MAN. Se utilizó la técnica de Fluorescencia de Rayos X con el espectrómetro del Museo Arqueológico Nacional INNOV-X Alpha equipado con tubo de Rayos X, ánodo de plata y condiciones de trabajo de 35Kv y 2μA. Los tiempos de adquisición se fijaron en 40 sg y los valores cuantitativos fueron calculados a partir de una calibración validada con patrones certificados. Los resultados del análisis se expresan como porcentaje en peso de cada uno de los elementos detectados y van expresados como % en peso (ND= no detectado). En el caso de la plata (Ag) y el antimonio (Sb) el límite de detección es 0,15 %, para el resto de elementos se sitúa en el 0,02 %. Los elementos detectados fueron: Fe (hierro), Ni (níquel), Cu (cobre), Zn (zinc), As (arsénico), Ag (plata), Sn (estaño), Sb (antimonio).

Parte del astrolabio	Fe	Fe +/-	Ni	Ni +/-	Cu	Cu +/-	Zn	Zn +/-	As	As +/-	Ag	Ag +/-	Sn	Sn +/-	Sb	Sb +/-	Pb	Pb +/-
<i>Madre (fondo y dorso)</i>	0,07	0,01	0,03	0,01	80,1	0,22	18,0 2	0,1	ND		ND		1,4	0,05	ND		0,4	0,03
<i>Corona</i>	0,24	0,02	ND		78,6	0,22	19,1 8	0,1	0,09	0,01	ND		1,55	0,05	ND		0,24	0,02
<i>Lámina de La Meca 1</i>	0,07	0,02	ND		78,7	0,22	19,5	0,1	ND		ND		1,57	0,05	ND		0,16	0,02
<i>Lámina de Córdoba 2</i>	ND		ND		78,8	0,22	19,9	0,11	ND		ND		1,21	0,04	ND		0,09	0,02
<i>Lámina de Sevilla 3</i>	ND		ND		73,8	0,18	24,9	0,1	ND		ND		1,12	0,03	ND		0,11	0,01
<i>Lámina de Almería 4</i>	ND		ND		77,5	0,19	21,2	0,09	ND		ND		1,24	0,04	ND		0,08	0,01
<i>Lámina de Toledo 5</i>	ND		ND		79,0	0,19	19,4	0,09	ND		ND		1,29	0,04	ND		0,26	0,02
<i>Araña</i>	ND		ND		78,3	0,21	20,4	0,1	0,09	0,01	ND		1,14	0,04	ND		0,12	0,02

Parte del astrolabio	Fe	Fe +/-	Ni	Ni +/-	Cu	Cu +/-	Zn	Zn +/-	As	As +/-	Ag	Ag +/-	Sn	Sn +/-	Sb	Sb +/-	Pb	Pb +/-
<i>Alidada</i>	0,20	0,02	0,19	0,02	86,4	0,27	9,30	0,08	0,15	0,04	ND		2,45	0,07	ND		1,30	0,06
<i>Clavo</i>	0,47	0,03	0,12	0,02	79,7	0,26	13,1	0,1	ND		2,76	0,05	1,64	0,06	ND		2,21	0,08
<i>Caballate</i>	ND		0,03	0,01	67,1	0,2	32,2	0,13	ND		ND		ND		ND		0,61	0,04
<i>Regleta</i>	0,30	0,02	0,22	0,02	78,9	0,19	7,46	0,06	ND		0,97	0,03	1,59	0,04	0,17	0,02	10,4	0,11

Todas las piezas, excepto el caballate, son de un latón compatible con las técnicas metalúrgicas medievales por contener un porcentaje de zinc inferior al 30%. El caballate es claramente por su forma una adición contemporánea.

2.2.- Astrolabio de Aḥmad ibn Muḥammad al-Naqqāš conservado en el Germanisches Nationalmuseum de Núremberg (ver ficha A10)

El astrolabio fue sometido a un análisis XRF (Fluorescencia por Rayos X) el 13 de julio de 2016 por el Institut für Kunsttechnik und Konservierung (IKK) de Núremberg en colaboración con el Germanisches Nationalmuseum. No me facilitaron los datos del instrumental utilizado. Los resultados del análisis metálico en porcentaje de peso de cada metal medidos en cada parte del astrolabio son⁴⁵³:

Pieza	% Cu	% Zn	% Sn	% Pb	% Fe
<i>Madre</i>	78,1	19,6	2	0,2	0
<i>Corona</i>	84,9	13,4	0,4	0,2	0,2
<i>Trono cara frontal</i>	86,9	12,1	0,1	0,1	0,1
<i>Trono reverso</i>	78,5	19,4	1,9	0,2	0
<i>Araña</i>	79,8	17,7	1,9	0,2	0
<i>Lámina 1 (Meca y Medina)</i>	78,2	19,6	1,9	0,2	0
<i>Lámina 2 (Alejandría y Ceuta)</i>	78,1	19,5	2,1	0,2	0
<i>Lámina 3 (Mallorca y Sevilla)</i>	78	19,6	2,1	0,2	0
<i>Lámina 4 (Almería y Valencia)</i>	78	19,5	2,2	0,3	0
<i>Lámina 5 (Córdoba y Zaragoza)</i>	78,3	19,5	1,9	0,2	0
<i>Clavo</i>	80,5	18	0,1	1	0
<i>Caballate</i>	60	38	0	1,9	0
<i>Alidada</i>	No es de latón. Está compuesta por Hafnio (75%) y Wolframio (17%), metales industriales contemporáneos, con trazas de otros elementos				

Todas las piezas, excepto el caballate y la alidada, son de un latón compatible con las técnicas metalúrgicas medievales por contener un porcentaje de zinc inferior al 30%. Tanto el caballate como la alidada son adiciones contemporáneas y sólo el caballate es de latón.

2.3.- Astrolabio de Muḥammad ibn Zāwal conservado en el Museo Arqueológico y Etnológico de Granada (ver ficha A34)

⁴⁵³ Sólo se indican los metales más importantes: Cu (cobre), Zn (zinc), Sn (estaño), Pb (plomo), Fe (hierro)

El astrolabio fue sometido a un análisis XRF (Fluorescencia por Rayos X) por Paul Craddock y Duncan Hook del Research Laboratory del Museo Británico en el año 1990, con los resultados, en porcentaje de peso de cada metal, que a continuación se detallan: ⁴⁵⁴

Pieza	Cu	Zn	Sn	Pb	Ag	As
<i>Madre</i>	73,5	8,35	4,35	10	0,13	1,73
<i>Araña</i>	73,8	24,8	--	1,52	--	--
<i>Alidada</i>	77,8	19,5	0,71	1,84	--	--
<i>Pináculo</i>	66,6	26,3	1,94	3,60	0,16	0,28
<i>Anilla de sustentación</i>	79,9	18,3	--	1,43	--	--
<i>Botón de plata</i>	4,3	--	0,15	0,32	96,4	--

Todas las piezas son de un latón compatible con las técnicas metalúrgicas medievales por contener un porcentaje de zinc inferior al 30% aunque la *madre* tiene un bajo porcentaje de zinc y alto de estaño por lo que se sitúa a medio camino entre el latón y el bronce.

2.4.- Astrolabio “Destombes” conservado en Instituto del Mundo Árabe de París (ver ficha C1)

Las primeras pruebas se realizaron en 1987 mediante la técnica de fluorescencia de rayos X por el Research Laboratory for Archeology and the History of Art de Oxford. Los resultados mostraron la ausencia de metales del tipo del tungsteno, cromo o vanadio que delatarían el uso, en su ejecución, de herramientas posteriores al siglo XVIII. Los márgenes de error de esas medidas y la continuación de los debates sobre la autenticidad del astrolabio llevaron al CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) en su centro de Orleans a someter a las distintas partes del astrolabio a una nueva batería de pruebas a partir de 1990, esta vez usando técnicas nucleares cuyos márgenes de error son despreciables a la hora de determinar la naturaleza de los metales presentes en una aleación. Las nuevas pruebas confirmaron los datos de 1987 respecto a la composición de las aleaciones y sobre todo descartaron definitivamente que el astrolabio fuera una falsificación. Los resultados combinados y promediados de todas las pruebas a las que se le sometió, en porcentaje de peso de cada metal de la aleación de latón, medidos en cada parte del astrolabio, son: ⁴⁵⁵

Pieza	% Cu	%Zn	% Sn	% Pb	% Fe
<i>Madre</i>	79,4	17,3	2,49	0,12	0,54
<i>Lámina 1</i>	79,6	17,4	2,26	0,16	0,54
<i>Lámina 2</i>	81,1	15,6	2,59	0,12	0,51
<i>Araña</i>	80,7	15,9	2,61	0,21	0,55
<i>Alidada</i>	66,5	32	0,003	1,28	0,12

⁴⁵⁴ Sólo se indican los metales más importantes: Cu (cobre), Zn (zinc), Sn (estaño), Pb (plomo), Ag (plata), As (arsénico). Tabla completa en MENDOZA EGUARAS (1990), p. 158. Incluye todos los metales encontrados, incluso trazas por debajo del 0,001%.

⁴⁵⁵ Sólo se indican los metales más importantes: Cu (cobre), Zn (zinc), Sn (estaño), Pb (plomo) y Fe (hierro). Tabla completa en GRATUZE y BARRANDON (1995), p. 438.

<i>Clavo</i>	69,5	27	0,07	2,86	0,33
<i>Caballote</i>	66,4	31,6	0,008	1,77	0,15

Todas las piezas, excepto la alidada y el caballote, son de un latón compatible con las técnicas metalúrgicas medievales por contener un porcentaje de zinc inferior al 30%. El caballote y la alidada son adiciones contemporáneas.

2.5.- Astrolabio de Petrus Raimundi conservado en el Museo de Bellas Artes de Boston (ver ficha C13)

El astrolabio fue sometido a un análisis XRF (Fluorescencia por Rayos X) el 31 de octubre de 2013 por Michele Derrick, Associate Research Scientist del Scientific Research Laboratory del Museo de Bellas Artes de Boston, con los resultados que a continuación se detallan. Los resultados del análisis metálico en porcentaje de peso de cada metal en la aleación son⁴⁵⁶:

Pieza	% Cu	% Zn	% Sn	% Pb	% Ag
<i>Madre</i>	83,2	15,9	0,64	0,54	0,42
<i>Corona de la madre</i>	83,8	15,2	0,71	0,53	0,44
<i>Trono</i>	83,7	15,0	0,77	0,65	0,51
<i>Araña</i>	80,1	19,6	0,14	0,48	0,42
<i>Lámina 1 (latitudes 30° y 36°)</i>	80,8	19,1	0,10	0,39	0,35
<i>Lámina 2 (latitudes 39° y 40°)</i>	83,2	16,6	0,16	0,28	0,48
<i>Lámina 3 (latitudes 41° y 42°)</i>	81,2	18,7	0,09	0,33	0,48
<i>Lámina 4 (latitudes 45 y 48°)</i>	83,9	16,00	0,09	0,29	0,41
<i>Lámina 5 (latitudes 0° y 66°)</i>	82,6	17,0	0,31	0,44	0,39
<i>Alidada</i>	79,6	19,5	1,5	0,07	0,19
<i>Clavo</i>	86,8	9,9	2,7	0,87	0,41
<i>Caballote</i>	99,8	0,24	0,05	0,36	0,32
<i>Regleta</i>	84,6	11,1	4,6	0,29	0,26

Todas las piezas, excepto el caballote, son de un latón compatible con las técnicas metalúrgicas medievales por contener un porcentaje de zinc inferior al 30%. El caballote no es de latón, es de cobre parece una adición contemporánea.

3.- Estudio comparativo de los resultados de los análisis metálicos

El número tan bajo de análisis con los que se cuenta, cinco, no aconseja acometer ningún estudio comparativo pues no tendría ninguna validez estadística. Esa actividad se acometerá cuando se alcance una masa crítica. No obstante, se presentan a continuación los datos comparados para dos piezas esenciales en todo astrolabio: la *madre* que es la más robusta y no lleva aparejada técnicas de troquelado y la *araña*, la pieza más decorada y con mayor trabajo de orfebrería.

⁴⁵⁶ Sólo se indican los metales más importantes: Cu (cobre), Zn (zinc), Sn (estaño), Pb (plomo), Ag (plata).

Los resultados se muestran sólo para los cuatro metales esenciales en la caracterización de los latones medievales: cobre (Cu), zinc (Zn), estaño (Sn) y plomo (Pb).

<i>Madre</i>				
Astrolabio	% Cu	%Zn	% Sn	% Pb
A6 (Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahī, MAN)	80	18	1,4	0,4
A 10 (Al-Naqqāš, Germanisches Nationalmuseum de Núremberg)	78,1	19,6	2	0,2
A34 (Muḥammad ibn Zāwal, Museo Arqueológico y Etnológico de Granada)	73,5	8,35	4,35	10
C1 (Destombes, Instituto del Mundo Árabe de París)	79,4	17,3	2,49	0,12
C13 (Petrus Raimundi, Museo de Bellas Artes de Boston)	83,2	15,9	0,64	0,54
<i>Araña</i>				
Astrolabio	% Cu	%Zn	% Sn	% Pb
A6 (Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahī, MAN)	78	20	1,1	0,12
A 10 (Al-Naqqāš, Germanisches Nationalmuseum de Núremberg)	79,8	17,7	1,9	0,2
A34 (Muḥammad ibn Zāwal, Museo Arqueológico y Etnológico de Granada)	73,8	24,8	--	1,52
C1 (Destombes, Instituto del Mundo Árabe de París)	80,7	15,9	2,61	0,21
C13 (Petrus Raimundi, Museo de Bellas Artes de Boston)	80,1	19,6	0,14	0,48

Como ya se ha indicado, el número tan bajo de muestras no permite identificar patrones de metalurgia de latones o de elección de materiales para la manufactura de las distintas partes del astrolabio.

Estudios realizados sobre conjuntos mayores de astrolabios, en instituciones como el Adler Planetarium de Chicago o el British Museum de Londres, permiten suponer que el plomo y el estaño fueron aditivos útiles para piezas hechas al molde y quizá el porcentaje tan alto de plomo y estaño que presenta la *madre* del astrolabio A34, comparado con el resto de astrolabios, se deba a esa razón. En el resto de los casos, los valores son similares y nada se puede deducir.